

БИОЛОГИЯ

8

УДК 57(075.3)
ББК 28я721
Б63

Авторы:
Н.Ю. МАТЯШ, Л.И. ОСТАПЧЕНКО, О.М. ПАСИЧНИЧЕНКО, П.Г. БАЛАН

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины (Приказ Министерства образования и науки Украины от 10.05.2016 № 491)

Издано за счет государственных средств. Продажа запрещена

Переведено по изданию:

Біологія : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Н.Ю. Матяш [та ін.]. – Київ : Генеза, 2016. – 288 с.: іл. ISBN 978-966-11-0703-7.

Перевод с украинского *Л.А. Мялковской*

Експерты, проводившие експертизу данного учебника во время осуществления конкурсного отбора проектов учебника для учащихся 8 класса общеобразовательных учебных заведений и сделавшие вывод о целесообразности предоставления учебнику грифа «Рекомендовано Министерством образования и науки Украины»:
Калуш Л.Ю., учитель биологии Шумского лицея, Шумского района Тернопольской области, заслуженный учитель Украины;
Куртяк Ф.Ф., кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии биологического факультета ГВУЗ «Ужгородский национальный университет»;
Шагиева Р.Р., методист кабинета естественно-математических предметов, технологий Ровненского областного института последипломного педагогического образования.

Б63 **Биология** : учебн. для 8 кл. общеобразоват. учебн. завед. / Н.Ю. Матяш [и др.]. пер. с укр. – Киев. : Генеза, 2016. – 288 с.: илл.

ISBN 978-966-11-0745-7.

Учебник полностью отвечает учебной программе «Биология, 6–9 классы» для общеобразовательных учебных заведений (с изменениями, утвержденными приказом МОН Украины от 29.05.2015 № 585). Компетентностный подход к содержанию учебника направлен на формирование у учащихся предметной компетентности, составляющими которой являются: знания по биологии, позитивно ценностное отношение к изучению организма человека и разные способы учебной деятельности.

УДК 57(075.3)
ББК 28я721

ISBN 978-966-11-0745-7 (рус.)
ISBN 978-966-11-0703-7 (укр.)

Дорогие восьмиклассники!

В предыдущих классах вы изучали биологию растений, грибов, бактерий и животных. В этом году вы получите знания об организме человека. Знания основ наук о человеке раскроют вам особенности строения и функций вашего организма, важность сохранения здоровья, помогут организовать здоровый образ жизни. Усваивая эти знания, вы убедитесь, что здоровье является наибольшей индивидуальной и социальной ценностью. Это то, что позволяет человеку активно жить: учиться, работать, заниматься любимым делом.

Для лучшего усвоения содержания учебника материал в нем поделен на темы и параграфы. Прочитайте название темы и информацию о том, что вы в ней узнаете. Обратите внимание на задания и вопросы рубрики ***Вспомните***. Они помогут вам вспомнить материал, усвоенный раньше, и лучше воспринять новые знания. В некоторых параграфах, особенно начальных, вам встретится рубрика ***Активизируйте свои знания***. В ней кратко повторен материал, который вы уже изучали в курсе «Биология» в предыдущих классах, а также других предметов (например, физики, химии, основ здоровья).

Рубрика ***Интересно знать*** расширит ваши знания и подтолкнет к дальнейшему изучению предмета. Рубрика ***Здоровье человека*** акцентирует внимание на практическом применении полученных знаний в повседневной жизни. Внимательно рассматривайте рисунки учебника, читайте надписи на них, находите все обозначенные на них элементы. В тексте параграфов, подписях под рисунками имеются учебные задания. В них заложена ваша учебная деятельность, направленная на изучение текста, анализ содержания рисунков, на сравнение материала.

После каждого параграфа содержится рубрика ***Ключевые термины и понятия***. В ней выделены понятия и термины, которые необходимо запомнить. Обратитесь к ним еще раз, повторите их определения. В дальнейшем это поможет вам в изучении нового материала. Основная часть параграфов завершается рубрикой ***Обобщим знания***. Прочитав текст этой рубрики, вы легко вспомните главные моменты нового материала, усвоенного на уроке.

Не оставляйте без внимания рубрики ***Проверьте и примените полученные знания, Обсудите в группах, Подумайте, Творческое задание***. Выполнение помещенных в них заданий позволит лучше усвоить учебный материал, будет способствовать развитию интеллектуальных умений: анализировать, сравнивать, обобщать, оценивать, делать выводы, предполагать, сопоставлять факты, находить закономерности, высказывать собственные суждения. Завершается каждая тема рубрикой ***Самоконтроль знаний по теме***, в которой предложены разнообразные контрольные задания по всей теме. Усвоению теоретического материала помогут ***лабораторные работы*** и ***лабораторные исследования***. Во время их выполнения вы будете приобретать важные практические умения и навыки.

Надеемся, что этот учебник не только даст вам новые знания, но и поможет лучше ориентироваться в информации, полученной вне школы, подскажет, как лучше применять эти знания в своей дальнейшей жизни.

Успехов вам в познании!

Авторы



Введение

Что такое биологическая система? Каковы признаки организма человека как биологической системы? Какое значение имеют знания о человеке для сохранения его здоровья?

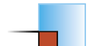
§ 1. ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Вспомните признаки живого. Какие особенности в строении млекопитающих выделяют их среди других животных? Что такое вид, экосистема?

В прошлом учебном году на уроках биологии вы ознакомились с удивительным миром животных: изучали его разнообразие, особенности строения, процессов жизнедеятельности, поведения, приспособления к условиям обитания отдельных его представителей. Человек имеет много общих черт с представителями животного мира. Ученые считают, что все человечество, невзирая на различия цвета кожи и других признаков, – это один биологический вид (рис. 1). Они так классифицировали его: тип ***Хордовые***, подтип ***Позвоночные***, класс ***Млекопитающие***, ряд ***Приматы***, семейство ***Гоминиды***, род ***Человек***, вид ***Человек разумный (Homo sapiens)***. Однако человек, в отличие от животных, является личностью – в первую очередь субъектом общественных отношений.



Рис. 1. Все человечество – один биологический вид



АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: ***вид*** – это совокупность особей, подобных между собой по строению, процессам жизнедеятельности, требованиям к условиям обитания, которые дают плодовитое потомство.

Общие признаки, свойственные организму человека как биологической системе. Организм человека – это целостная, открытая, саморегулируемая и относительно устойчивая биологическая система. Что это значит? В первую очередь выясним, что **система** – это единое целое, состоящее из тесно взаимосвязанных между собой отдельных частей. ***Биологическая (живая) система*** – это структурное и функциональное объединение биологических элементов разного уровня сложности: молекул, клеток, тканей, органов и их систем, организмов и т. п.

К биологическим системам относятся: сложные молекулы (например, молекулы белков или нуклеиновых кислот); клетки; организмы; виды; экосистемы. **Человек как сложная биологическая система находится на организменном уровне организации.** Биологические системы низшего уровня организации являются составляющей биологических систем высшего уровня. Так, биологические молекулы, например белки, нуклеиновые кислоты, входят в состав клеток, клетки – в состав тканей, ткани – в состав органов, органы и их системы – в состав целостного организма (рис. 2).

ЗАПОМНИТЕ! Сложные биологические системы, например организм человека, являются совокупностью биологических систем низшего ранга, взаимодействующих между собой. Именно их взаимодействие и определяет такие свойства организма, как целостность и способность к саморегуляции. Эти признаки являются общими с биологическими системами других многоклеточных живых существ: растениями, животными.

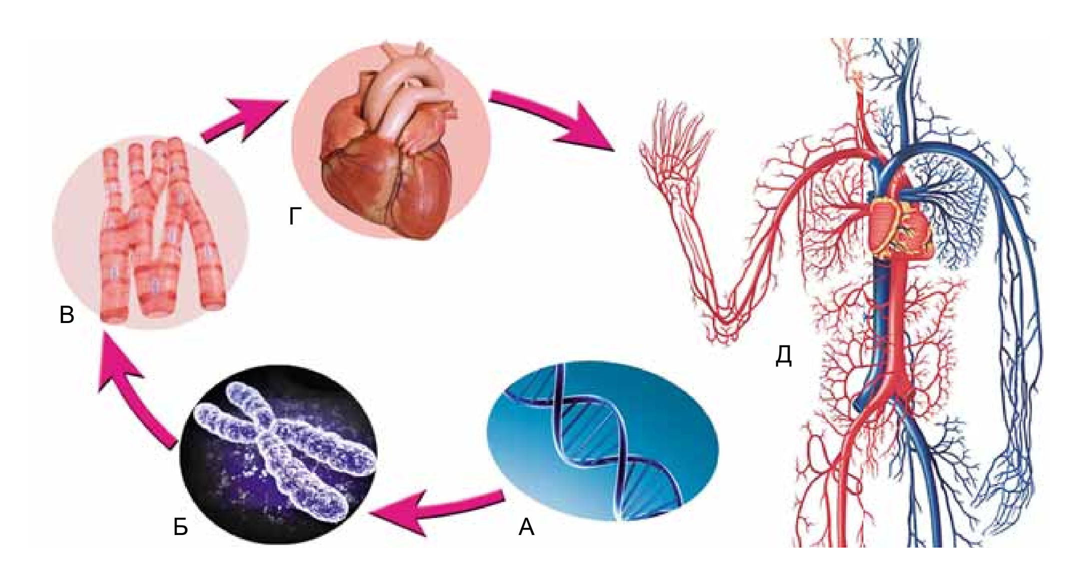


Рис. 2. Структурная организация организма человека: молекулы нуклеиновых кислот (А) входят в состав структур ядра клетки – хромосом (Б). Клетки входят в состав тканей (сердечная мышца, В). Из тканей состоят органы (сердце, Г), входящие в состав определенной системы органов организма (кровеносная система человека, Д)

Следовательно, все составляющие организма человека не работают отдельно и не могут существовать независимо друг от друга. Они являются частью одного неделимого *целого* – организма, который *открыто* взаимодействует с окружающей средой, поскольку нуждается в поступлении из внешней среды веществ и энергии и выделении наружу продуктов обмена.

Поддержание относительного постоянства химического состава, строения, свойств обеспечивает ***саморегуляция*** организма как целостной биологической системы. Совершенные регуляторные механизмы организма позволяют человеку жить не только в определенных постоянных условиях, но и выдерживать их изменения, приспосабливаться к новым условиям – *адаптироваться*.

ЗАПОМНИТЕ! **Адаптация** – совокупность особенностей строения, функций и поведения живых организмов, обеспечивающих их существование в определенных условиях окружающей среды.

Единство всех биологических систем основывается, в частности, на ***единстве их химического состава***. Организм человека, как любая биологическая система, состоит преимущественно из таких химических элементов, как Карбон **(С)**, Гидроген **(Н)**, Оксиген **(О)** и Нитроген **(N)**. Эти химические элементы преобладают в разных организмах, составляя свыше 90 %.

Также для организма человека как целостной биологической системы характерны все проявления живого. Вспомним их.

Обмен веществ и энергии осуществляется в организме человека и с окружающей средой. В нем непосредственно участвуют следующие системы органов: пищеварительная, дыхательная, выделительная, кровеносная. Эти процессы обеспечивают постоянное ***самообновление*** в организме: в частности, возобновляется химический состав клеток и клеточный состав организма. ***Раздражимость*** связана с реакцией организма на действие внешних и внутренних раздражителей. Это обеспечивает связь организма с внешней и внутренней средой, его существование при постоянных изменениях в них и быстрое реагирование на такие изменения.

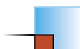
Размножение – способность организма человека воспроизводить себе подобных. Она основана на механизмах сохранения и передачи наследственной информации, обеспечивает непрерывность жизни. ***Рост*** и ***развитие*** являются соответственно количественной и качественной характеристиками организма человека. Во время роста постепенно увеличиваются масса и размеры организма, а развиваясь, он изменяется качественно. ***Движение*** – это изменение положения организма или его частей в пространстве. Движения организма человека обеспечивает опорно-двигательная система.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **биологическая система, адаптация.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

Организм человека является биологической системой, которой свойственны:
- единство химического состава с другими биологическими системами;
- уровневость (ее составляющими являются биологические системы низших уровней: биологические молекулы, клетки, ткани, органы и их системы);



- целостность (все составляющие выполняют определенные функции, взаимодействуя между собой);
- открытость: организм человека нуждается в постоянном поступлении из окружающей среды веществ и энергии; в окружающую среду поступает использованная энергия в виде тепла и конечные продукты обмена веществ;
- саморегуляция, которую обеспечивают регуляторные системы.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое биологическая система? Каковы ее свойства? 2. Какие существуют уровни организации биологических систем? 3. В чем заключается саморегуляция биологических систем? 4. На каком уровне организации находится организм человека?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите ряд химических элементов, которые входят в состав всех органических соединений: а) H, O, C, Si; б) H, N, O, C; в) H, Fe, N, C; г) H, P, O, C.
2. Укажите свойство организма человека, характеризующее способность приспосабливаться к изменениям во внешней и внутренней среде: а) целостность; б) способность к движениям; в) формирование адаптаций; г) способность к размножению.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. В чем суть понятий *молекулярный*, *клеточный* и *организменный уровни организации*?



ПОДУМАЙТЕ. Что общего и в чем отличие между следующими биологическими системами: а) клетка в составе определенной ткани; б) клетка как самостоятельный организм (одноклеточное существо).



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Составьте схемы структурной организации растения и животного.

§ 2. РАЗНООБРАЗИЕ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое диффузия. Каковы особенности строения клеток растений, грибов и животных? Какие вы знаете ткани животных?

Клетка как пример биологической системы. Тело человека построено из клеток. **Клетка является структурной** (строительной) **и функциональной** (действующей) **единицей многоклеточного организма**. Весь наш организм состоит из более чем 75 триллионов клеток. Они выполняют разнообразные функции: транспортную (эритроциты крови), защитную (лейкоциты крови), опорную (клетки костной и хрящевой тканей) и т. п.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: все клетки животных построены по единому плану (рис. 3). Они состоят из *клеточной, или плазматической, мембраны*, которая окружает *цитоплазму,* одно или несколько ядер. Снаружи плазматическая мембрана окружена тоненькой упругой оболочкой – *гликокаликсом*. Он образован молекулами углеводов, которые могут соединяться с молекулами белков и липидов. *Ядро* – обязательная составная часть большинства клеток организмов. Оно регулирует все функции клетки и сохраняет наследственную информацию. Это своеобразный

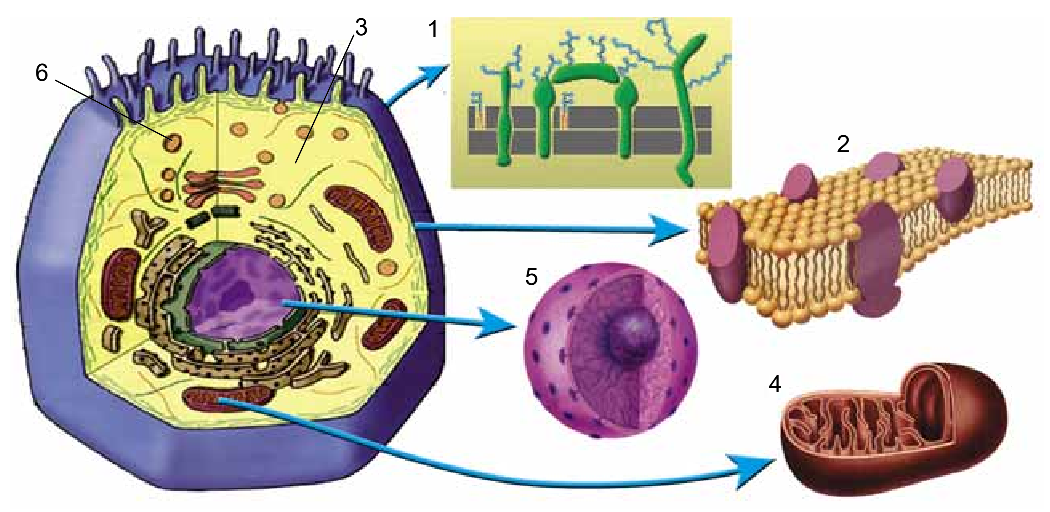


Рис. 3. Строение клетки: 1 – гликокаликс; 2 – плазматическая мембрана; 3 – цитоплазма; 4 – митохондрия; 5 – ядро; 6 – лизосома. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком, назовите основные функции этих компонентов клетки*

центр управления клеткой. *Цитоплазма* – раствор органических и неорганических веществ, в котором находятся органеллы. В цитоплазме происходят разнообразные биохимические процессы: образуются одни соединения и распадаются другие. Там в виде включений могут запасаться питательные вещества (*вспомните, какие запасные соединения откладываются в клетках растений и животных*). *Органеллы* – постоянные клеточные структуры, обеспечивающие разные процессы ее жизнедеятельности. Обязательными органеллами каждой клетки являются *митохондрии.* Их еще называют «энергетическими станциями» клетки, поскольку там образуются соединения, содержащие много энергии.

Рассматривая рисунок 3, обратите внимание на органеллу, обозначенную цифрой 6. Это ***лизосома*** (от греч. *лизис* – растворение и *сома* – тело). Лизосомы обеспечивают переваривание питательных веществ. Они содержат пищеварительные ферменты, способные расщеплять разнообразные соединения.

Химический состав клеток человека. В разных клетках тела человека выявлено свыше 80 химических элементов. Мы уже упоминали, что среди них преобладают Гидроген (**H**), Оксиген (**O**), Карбон (**C**) и Нитроген (**N**). Эти и другие химические элементы входят в состав неорганических и органических веществ. Их соотношение в клетке разное. Содержание **неорганических веществ** в клетке составляет 76,5 %, из них воды 75 %, минеральных солей 1,5 %. Вода является растворителем и средой для *диффузии* многих веществ. Она обеспечивает упругость (*тургор*) клеток и процессы *осмоса.* Таким образом, наличие воды – обязательное условие активности клетки.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Осмос – процесс диффузии растворителя из менее концентрированного раствора в более концентрированный через избирательно проницаемую мембрану (рис. 4). В клетке такой мембраной является плазматическая мембрана.

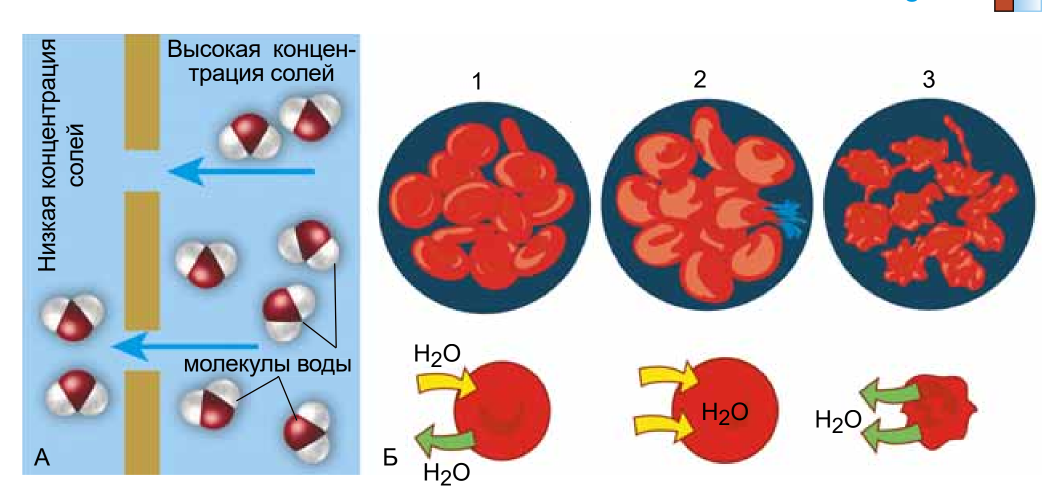


Рис. 4. А. Схема, иллюстрирующая движение молекул воды через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный. Б. Клетки крови человека – эритроциты – в растворах с разной концентрацией солей (синими стрелками указано направление движения воды). 1. При равной концентрации солей в эритроцитах и во внешней среде эритроциты сохраняют свою обычную форму. 2. Если концентрация солей во внешней среде ниже, вода проникает в эритроциты, они набухают и могут разрушиться. 3. Если концентрация солей снаружи эритроцитов выше, вода выходит из клеток и они сморщиваются. ***Задание.*** *Объясните, почему в клетке высокое содержание воды. Какие еще функции может выполнять вода в клетке?*

Содержание **органических соединений** в клетках в среднем составляет 23,5 %, в том числе белков 15 %, жиров 4,5 %, углеводов 2,5 %, нуклеиновых кислот 1,5 %. *Белки* входят в состав всех клеток, участвуют в регуляции функций организма, ускоряют химические реакции в клетке, защищают клетки и организм от болезнетворных микроорганизмов и инородных тел, переносят газы и другие вещества и т. п. *Жиры* – важный энергетический резерв в организме. Также они входят в состав мембран и других частей клеток. *Углеводы* являются основным источником энергии. *Нуклеиновые кислоты* обеспечивают сохранение и передачу наследственной информации от родителей потомкам и участвуют в синтезе всех белков организма.

Разнообразие клеток в организме человека. Мы уже упоминали об огромном количестве клеток, которые составляют организм человека. Эти клетки бывают различной формы: сферической, дискообразной, призматической, кубической, веретенообразной, звездчатой. Их размеры также разные – от 5–7 до 40 мкм и более (1 мкм – миллионная часть метра).

ЗАПОМНИТЕ! Основные жизненные свойства разных клеток такие же, как и организма в целом: обмен веществ и энергии, раздражимость, размножение, рост и развитие, саморегуляция и самообновление (в процессе жизнедеятельности клетки обновляется ее химический состав).

Разнообразие тканей в организме человека. Клетки определенных типов формируют разные типы тканей. Ткани организма человека имеют много общего с тканями животных, в частности млекопитающих. Вы уже знаете, что в состав тканей животных, как и человека, входят не только клетки, но и межклеточное вещество – продукт выделения самих клеток.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: ***ткань*** – это группа клеток и межклеточного вещества, объединенных общим строением, функциями и происхождением.

В организме человека различают четыре группы тканей: эпителиальные, внутренней среды, мышечные и нервная. Ознакомимся с ними, выполнив лабораторное исследование.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Ознакомление с препаратами тканей человека

Оборудование, материалы и объекты исследования: микроскопы, таблица микроскопического строения тканей, микропрепараты эпителиальной, мышечной и нервной тканей, а также тканей внутренней среды.

1. Повторите правила работы со световым микроскопом и микропрепаратами.

2. Рассмотрите под микроскопом готовые микропрепараты эпителиальной ткани. Обратите внимание на особенности ее строения: форму клеток, расположение в ткани, наличие межклеточного вещества, базальной мембраны.

Эпителиальная ткань, или **эпителий,** состоит из плотно прилегающих друг к другу клеток. Характерной особенностью эпителиальной ткани является почти полное отсутствие межклеточного вещества и то, что под клетками эпителия расположена тонкая *базальная мембрана*. По выполняемым функциям выделяют покровный и железистый эпителий.

Покровный эпителий (рис. 5, 1) покрывает внешнюю поверхность тела, внутреннюю поверхность полостей тела (грудную, брюшную, ротовую, носовую), органов пищеварения, дыхательных путей (мерцательный эпителий (рис. 5, 2)), выводных протоков выделительной системы и кровеносных сосудов. Он защищает ткани, расположенные глубже, а также регулирует их обмен веществами с внешней и внутренней средой. ***Железистый эпителий*** (рис. 5, 3) входит в состав желез и выполняет *секреторную функцию*, синтезируя нужные организму вещества – *секреты*. Таким образом, под *секрецией* понимают процесс образования и выделения клеткой или железой любых веществ (слизь, гормоны, пищеварительные ферменты и т. п.). Эпителиальной ткани свойственна высокая способность к восстановлению (регенерации).

3. Рассмотрите микропрепараты тканей внутренней среды (крови, соединительной ткани), выявите их характерные особенности. Обратите внимание на расположение межклеточного вещества в ткани.

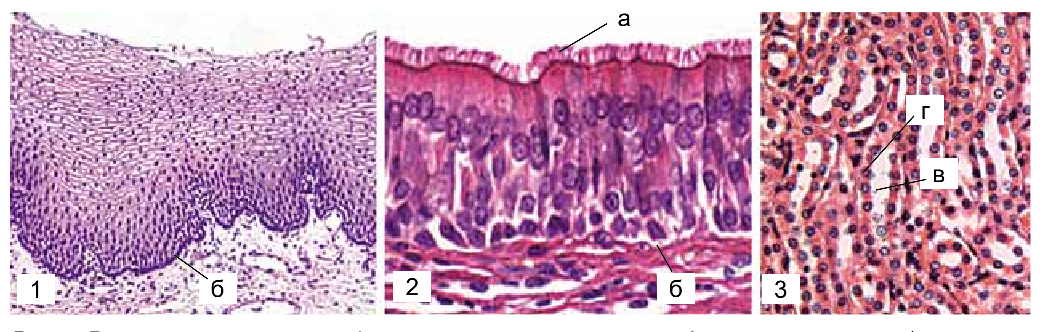


Рис. 5. Разные виды эпителия: 1 – покровный многослойный; 2 – мерцательный: а) реснички; б) базальная мембрана; 3 – железистый: в) проток железы; г) железистые клетки

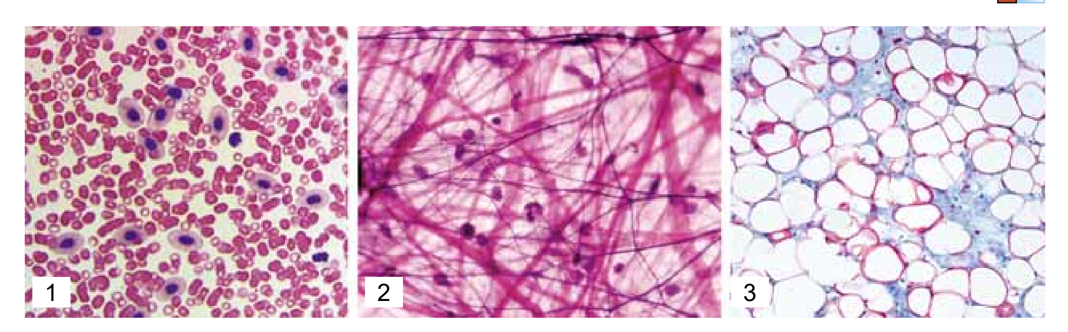


Рис. 6. Ткани внутренней среды: 1 – кровь; 2 – волокнистая соединительная; 3 – жировая

Ткани внутренней среды выполняют разнообразные функции: поддержание постоянства внутренней среды, защитную, питательную, транспортную, опорную, запасающую и т. п. Общим для них является наличие хорошо развитого межклеточного вещества. К тканям внутренней среды относят кровь, лимфу, соединительные и скелетные ткани.

Кровь и ***лимфа*** обеспечивают транспорт питательных веществ, продуктов обмена веществ, газов, биологически активных веществ, а также защитные реакции. Для них характерно наличие жидкого межклеточного вещества – *плазмы* и взвешенных в ней клеток (рис. 6, 1). Детальнее о строении и функциях этих тканей вы узнаете в § 17.

Соединительные ткани формируют основу органов, обеспечивают их питание и т. п. Их межклеточное вещество имеет разный состав, однако никогда не бывает жидким. *Рыхлая соединительная ткань* присутствует во всех органах. Она содержит небольшое количество беспорядочно расположенных волокон. *Волокнистая соединительная ткань* (рис. 6, 2) содержит большое количество плотно расположенных волокон (сухожилия, связки и др.). *Жировая ткань* (рис. 6, 3) находится под кожей и вокруг некоторых органов, защищая их от механических повреждений. В жировой ткани откладывается жир, который является запасным веществом.

К ***скелетным тканям*** относится костная (рис. 7, 1) и хрящевая (рис. 7, 2). Они составляют основу опорно-двигательной системы человека. *Костной ткани* прочность придают минеральные соли. Преимущественно из нее состоит скелет взрослого человека. *Хрящевая ткань* имеет межклеточное вещество из органических веществ, придающих ей эластичность. Из этой ткани у зародыша формируется зачаток скелета. Впоследствии хрящевая

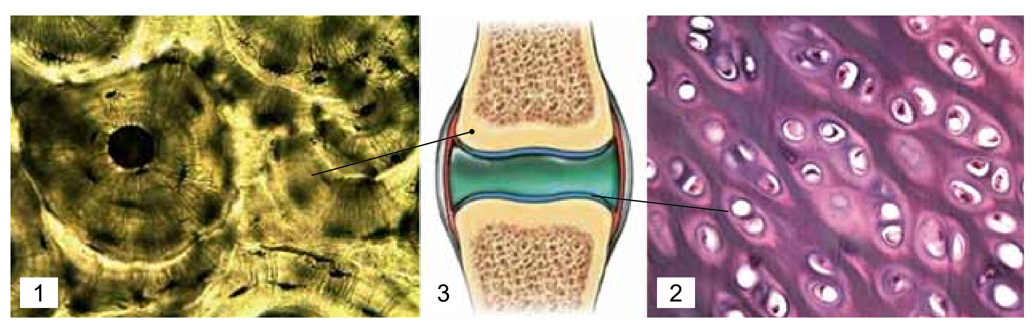


Рис. 7. Скелетные ткани: 1 – костная; 2 – хрящевая; 3 – костная и хрящевая ткани в суставе

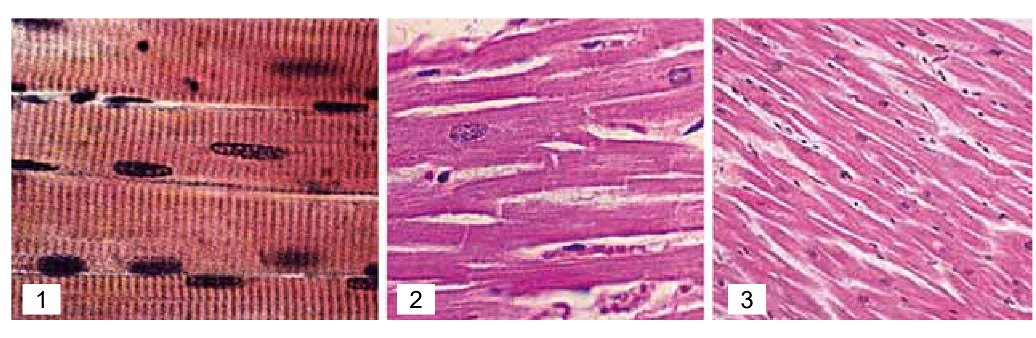


Рис. 8. Мышечная ткань: 1 – исчерченная скелетная; 2 – исчерченная сердечная; 3 – неисчерченная (гладкая)

ткань замещается костной, и только между позвонками остаются хрящевые диски. Хрящевая ткань также входит в состав ушных раковин, гортани, сухожилий и связок, покрывает суставные поверхности костей.

4. Рассмотрите микропрепараты мышечной ткани. Сравните строение мышечной, эпителиальной и соединительной тканей.

Мышечные ткани входят в состав опорно-двигательной системы и стенок большинства внутренних органов. Мышцы есть также в коже. Они способны сокращаться в ответ на нервный импульс. Это обеспечивает движения тела и отдельных его частей, а также поддержание определенной позы, изменение диаметра зрачка и т. п. Различают исчерченную (поперечно-полосатую) и неисчерченную (гладкую) мышечные ткани.

Исчерченную мышечную ткань подразделяют на скелетную и сердечную. *Скелетная мышечная ткань* (рис. 8, 1) образует мышцы, которые обеспечивают движения и прикреплены к костям (реже к коже), а также мышцы языка, глотки, гортани, верхней части пищевода, диафрагмы. *Сердечная мышца* (рис. 8, 2) – это особенная исчерченная мышечная ткань. Она входит в состав стенки сердца и обеспечивает его сокращение. ***Неисчерченная мышечная ткань*** (рис. 8, 3) обеспечивает сокращение стенок внутренних органов: кишечника, мочевого и желчного пузыря, кровеносных сосудов и т. п. Подробнее об особенностях строения и функций мышечной ткани вы узнаете в § 31.

5. Рассмотрите микропрепарат нервной ткани, отметьте ее особенности.

Нервная ткань состоит из нервных клеток – нейронов – и клеток, которые их окружают, – нейроглии. ***Нейроны*** способны воспринимать раздражители (сигналы), превращать их в нервные импульсы и проводить их к другим нейронам или определенным органам. Каждый нейрон состоит из тела и отростков (рис. 9, А). В теле находятся ядро и органеллы. Отростки могут быть двух типов. Длинный, разветвленный на верхушке отросток называется *аксон*. Его функция – проведение нервного возбуждения от тела нервной клетки к другим нейронам или рабочим органам. Преимущественно короткие, древовидно разветвленные отростки нейрона называют *дендритами* (от греч. *дендрон* – дерево). По ним нервное возбуждение передается к телу нейрона.

Клетки ***нейроглии*** (рис. 9, Б), в отличие от нейронов, не проводят нервных импульсов. Они выполняют различные функции: питательную,



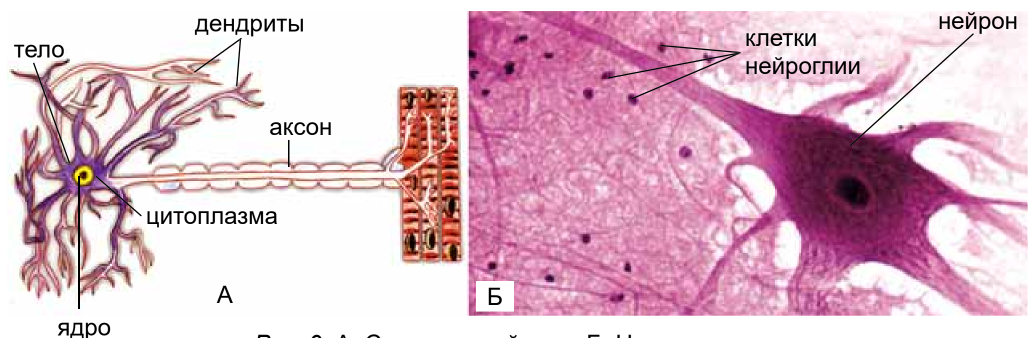


Рис. 9. А. Строение нейрона. Б. Нервная ткань

секреторную, опорную, защитную, восстановительную и т. п. Часть из них образует изолирующие оболочки вокруг отростков нейронов и обеспечивает проведение нервных импульсов.

Нервная ткань входит в состав головного и спинного мозга, образует нервные узлы и нервы. Благодаря таким свойствам, как возбудимость и проводимость, она обеспечивает регуляцию деятельности разных систем органов, функций целостного организма и связь организма с внешней средой.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **лизосомы, нейрон, нейроглия, дендриты, аксон.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Организм человека состоит из огромного количества клеток, разных по форме, размерам и функциям. Основу химического состава клеток составляют четыре элемента: Гидроген (H), Оксиген (O), Карбон (C) и Нитроген (N). Из этих элементов преимущественно образуются простые и сложные органические соединения. В состав клеток входят также неорганические соединения: вода, минеральные соли и т. п.
- Совокупность клеток, общих по происхождению, подобных по строению и функциям, называют тканью. Различают следующие группы тканей организма человека: эпителиальные, внутренней среды, мышечные и нервная.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

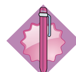
1. Каковы функции лизосом в клетке? 2. Какова роль неорганических и органических веществ в клетке? 3. Каковы функции эпителиальных тканей? 4. Какие ткани внутренней среды вы знаете? Каковы их функции? 5. Какие ткани относятся к скелетным? Каковы их функции? 6. Какие вы знаете мышечные ткани? 7. В чем заключается особенность нервной ткани? Каков ее состав?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите ткань, которая входит в состав верхнего слоя кожи: а) эпителиальная; б) соединительная; в) мышечная; г) нервная.
2. Выберите ткань, которой свойственны возбудимость и проводимость: а) эпителиальная; б) соединительная; в) скелетная; г) нервная.
3. Выберите свойство, характерное для мышечной ткани: а) возбудимость и сократимость; б) возбудимость и способность образовывать секреты; в) способность образовывать гормоны; г) способность транспортировать кислород.
4. Укажите ткани, которые преобладают в составе опорно-двигательной системы: а) мышечные и соединительная; б) костная и мышечная; в) эпителиальная и нервная; г) эпителиальная и соединительная.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Органы человека состоят из разных типов тканей. Назовите органы, в которых преобладает определенный тип тканей.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните функции и строение тканей организма человека с функциями и строением тканей растений. Назовите ткани человека и растений, выполняющие подобные функции. Ответ оформите в виде таблицы.

§3. ОРГАНЫ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕГУЛЯТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, какие органы и системы органов есть у позвоночных животных разных групп.

Что такое орган? Вы уже знаете о многообразии клеток в организме человека, образующих четыре типа тканей (*вспомните какие*). Разные ткани, в свою очередь, образуют разнообразные органы.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: ***орган*** – это часть тела, которая имеет определенную форму и строение, занимает определенное положение, выполняет одну или несколько физиологических функций.

В состав каждого органа входят разные виды тканей (рис. 10). Например, в состав сердца входят мышечная, соединительная, эпителиальная ткани. Однако обычно в органе преобладает одна ткань, определяющая его основную функцию. В сердце такой тканью является сердечная мышца, в головном и спинном мозге – нервная ткань, в железах – железистый эпителий.

Органы специализируются на выполнении определенных функций, необходимых для обеспечения жизнедеятельности организма. Например, сердце выполняет функцию насоса, непрерывно перекачивающего в организме кровь; почки – функцию выделения из организма конечных продуктов обмена веществ; печень участвует в процессах пищеварения, обмена веществ, обезвреживании токсичных соединений и т. п.

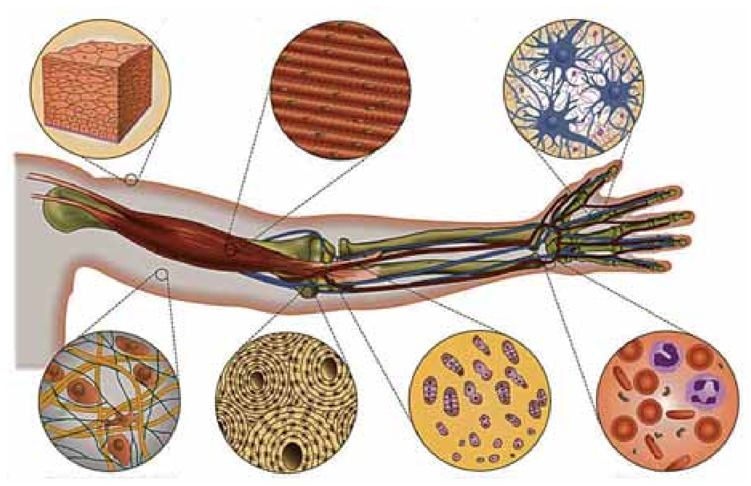


Рис. 10. В состав руки входят разные типы тканей. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком, назовите ткани, входящие в состав руки, и объясните их значение в этом органе*

Рис. 11. Полости тела человека: 1 – грудная; 2 – брюшная; 3 – диафрагма, разделяющая грудную и брюшную полости. ***Задание.*** *Пользуясь знаниями из курса биологии 7 класса, попробуйте определить органы, расположенные в грудной и брюшной полостях*

Органы, находящиеся в полостях тела, называют **внутренними**. В организме человека плоская мышца – *диафрагма*, разделяет полости тела на грудную и брюшную. Поэтому часть внутренних органов расположена в грудной полости, а часть – в брюшной (рис. 11).

Физиологические системы организма человека. Органы, выполняющие общие функции, объединяются в **системы органов**. Их еще называют ***физиологическими системами***. В частности, кожа и слизистые оболочки образуют ***систему покровов тела***. Она защищает организм от вредных внешних воздействий и обеспечивает контакты с окружающей средой.

Опорно-двигательную систему составляют скелет и мышцы, благодаря которым наше тело поддерживается в определенном положении (рис. 12). Мы также можем осуществлять разнообразные движения и передвигаться в пространстве (ходить, бегать, прыгать, лазить и т. п.).

Органы ***пищеварительной системы*** обеспечивают процессы поступления, механической и химической обработки пищи, всасывания питательных веществ в кровь и лимфу, выведения наружу непереваренных остатков (рис. 13). Важную функцию газообмена осуществляет ***дыхательная система*** (рис. 14). Благодаря поступлению кислорода в организм окисляются органические вещества и высвобождается энергия, необходимая для обеспечения процессов жизнедеятельности. Дыхательная система также обеспечивает выведение из организма углекислого газа, образовавшегося в процессе окисления органических веществ. Конечные продукты обмена

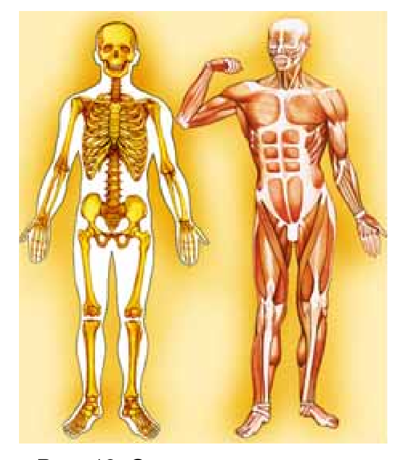


Рис. 12. Опорно-двигательная система человека

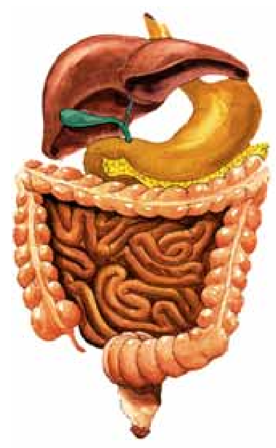


Рис. 13. Пищеварительная система человека

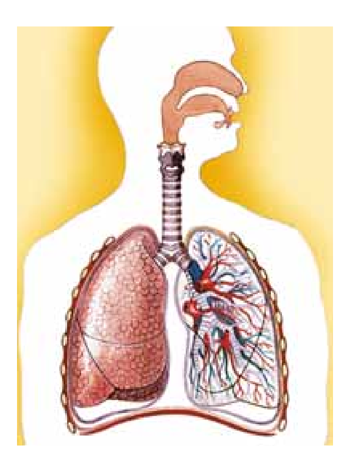
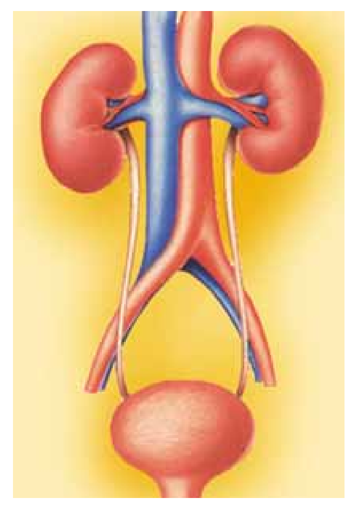
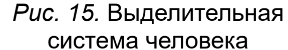


Рис. 14. Дыхательная система человека




Рис. 15. Выделительная система человека

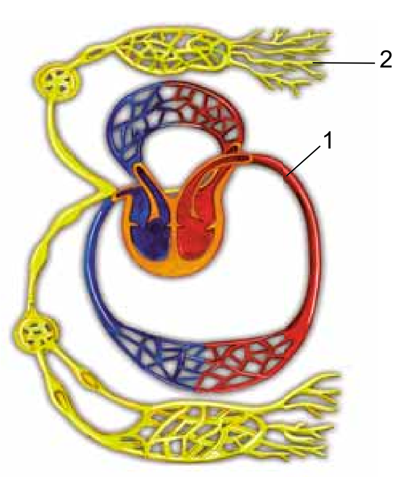
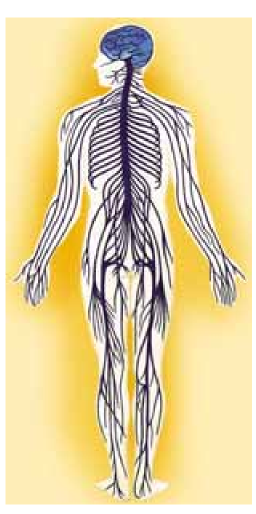


Рис. 16. Кровеносная (1) и лимфатическая (2) системы человека


Рис. 17. Нервная система человека

веществ, ненужные или вредные для организма, удаляют органы ***выделительной системы*** (рис. 15).

Сердечно-сосудистая (кровеносная) и ***лимфатическая системы*** (рис. 16) транспортируют по организму питательные вещества, продукты обмена, кислород и углекислый газ, биологически активные соединения, а также участвуют в защитных реакциях организма. ***Нервная система*** воспринимает влияния внешней и изменения внутренней среды, анализирует эту информацию и соответственно меняет деятельность органов или систем органов (рис. 17). Эти изменения направлены на обеспечение нормальной деятельности организма, его функциональной целостности. Различают центральную и периферическую нервную систему.

Сенсорные системы воспринимают, анализируют и перерабатывают информацию об изменениях окружающей среды и внутреннего состояния организма и обеспечивают связь организма с внешней средой. Различают такие основные сенсорные системы: *зрительную, слуховую, вкусовую, обонятельную, осязательную, равновесия* (рис. 18).

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Весомый вклад в развитие исследований нервной системы сделали выдающиеся украинские физиологи. Так, В.А. Бец открыл гигантские пирамидальные нейроны в коре полушарий головного мозга; В.В. Правдич-Неминский первый в мире зарегистрировал электрическую активность головного мозга.

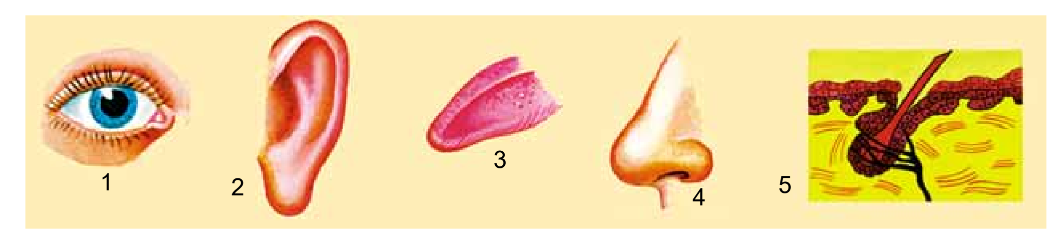


Рис. 18. Органы чувств – составляющие сенсорных систем: 1 – глаз (зрительной); 2 – ухо (слуховой); 3 – язык (вкусовой); 4 – нос (обонятельной); 5 – кожа (осязательной)

Эндокринная система (рис. 19) состоит из желез, каждая из которых производит и выделяет в кровь особые биологически активные вещества – *гормоны*. Эти вещества участвуют в регуляции всех функций организма, в координации деятельности отдельных органов и организма в целом.

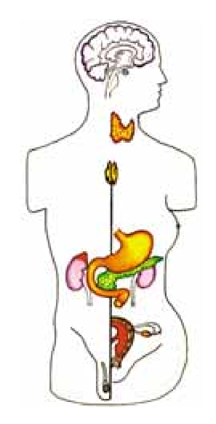


Рис. 19. Эндокринная система человека

Иммунная система (рис. 20) постоянно реагирует на инородные для организма химические вещества и живые болезнетворные организмы. Попадание их в организм запускает защитные реакции, в результате которых инородные организмы или вещества распознаются и обезвреживаются специфическими белками или определенными клетками.

Половая система служит для размножения человека.

Регуляторные системы организма человека. В организме человека деятельность отдельных органов и физиологических систем и процессов постоянно регулируется. При необходимости их деятельность согласовывается, усиливается или ослабевает. Это обеспечивают ***регуляторные системы*** – нервная, эндокринная и имунная. Деятельность регуляторных систем направлена на поддержание необходимого условия функционирования любого организма – гомеостаза.

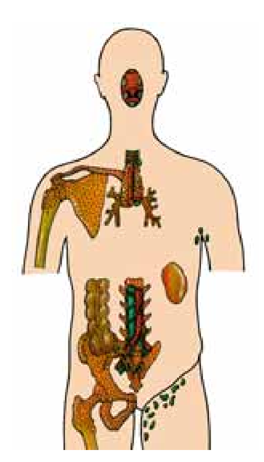


Рис. 20. Иммунная система человека

ЗАПОМНИТЕ! **Регуляция** – способность живых организмов поддерживать уровень определенных физиологических процессов и деятельности целостного организма в зависимости от условий внешней и внутренней среды. **Гомеостаз** – относительное постоянство состава и свойств внутренней среды организма. Поскольку постоянство внутренней среды может нарушаться, определенные динамические процессы непрерывно восстанавливают гомеостаз.

Регуляция функций организма с помощью биологически активных веществ (гормонов и др.) получила название **гуморальной**. Ко всем частям организма эти биологически активные вещества переносят жидкости внутренней среды (кровь, лимфа, тканевая жидкость). Регуляцию функций организма с помощью нервной системы называют **нервной**. Деятельность нервной системы основана на рефлекторном принципе. Вы помните, что ***рефлексом*** называют реакцию организма в ответ на раздражение, которое происходит при участии нервной системы и под ее контролем.

Совокупность структур нервной системы, участвующих в осуществлении рефлекса, называют **рефлекторной дугой**. В ее состав входят: рецептор, воспринимающий раздражение; чувствительное нервное волокно, по которому возбуждение передается к центральной части нервной системы; нервный центр, где происходит анализ полученной информации; двигательное нервное волокно, по которому нервные импульсы поступают к соответствующим рабочим органам.

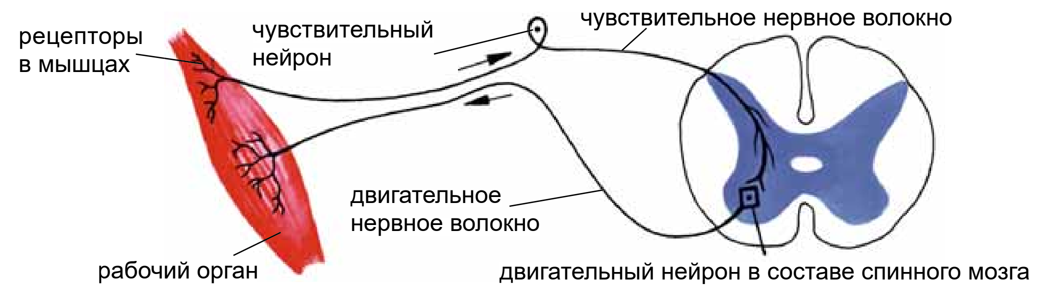


Рис. 21. Пример рефлекторной дуги, состоящей из двух нейронов

Самая простая (двухнейронная) рефлекторная дуга состоит из двух нейронов – чувствительного и двигательного (рис. 21). Благодаря отросткам нейронов рефлекторные дуги имеют разнообразные связи с разными отделами нервной системы.

ЗАПОМНИТЕ! Рефлекторная дуга – это путь, который проходят нервные импульсы во время осуществления рефлекса.

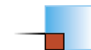
Нервная регуляция, в отличие от гуморальной, происходит быстро (за доли секунды), кратковременно и точно адресована определенному органу. Нервная система тесно взаимодействует с эндокринной и составляет с ней единую функциональную систему нейрогуморальной регуляции функций.

ЗАПОМНИТЕ! **Нейрогуморальная регуляция** – одна из форм регуляции в организме человека и животных, при которой нервные импульсы и биологически активные вещества (например, гормоны), которые переносятся кровью и лимфой, совместно участвуют в едином регуляторном процессе.

В регуляции функций организма важную роль играет и иммунная система. Она обеспечивает защиту организма, а некоторые ее органы выделя-



Рис. 22. Функциональная система. ***Задание.*** *Назовите изображенные на рисунке физиологические системы или отдельные органы, участвующие в выполнении сложных хореографических упражнений. Как они взаимосвязаны между собой?*



ют биологически активные вещества, способствующие развитию нервной системы и образованию клеток крови, регулирующие деятельность желез внутренней секреции и т. п.

Что такое функциональная система? Для обеспечения определенной жизненной функции органы разных систем могут временно объединяться, образуя функциональную систему. Например, во время бега одновременно работают опорно-двигательная, кровеносная, дыхательная и нервная системы, действуя как одно целое. Поступление кислорода в клетки и выведение из них углекислого газа осуществляется благодаря совместной работе систем дыхания, кровообращения и механизмам их регуляции (рис. 22).

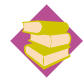
ЗАПОМНИТЕ! **Функциональная система** – это временное взаимосогласованное объединение деятельности разных органов или физиологических систем, направленное на достижение полезного для организма результата.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **физиологическая система, нервная и гуморальная регуляция, рефлекс, рефлекторная дуга, функциональная система.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Физиологические системы – это органы, объединенные между собой функционально, а часто – и пространственно, которые обеспечивают определенные функции организма. Разные физиологические системы, временно объединяясь, образуют функциональные системы, обеспечивающие сложные процессы жизнедеятельности.
- Регуляцию деятельности организма обеспечивают регуляторные системы: эндокринная, нервная и иммунная.
- Нервная регуляция основана на рефлексах. Раздражение, воспринимаемое рецепторами, превращается в нервный импульс, который направляется по структурам рефлекторной дуги к определенному органу, который и выполняет соответствующую функцию.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие органы относятся к внутренним? 2. Что такое физиологические системы? 3. Какие физиологические системы человека вы знаете? Каковы их функции? 4. Какие существуют регуляторные системы организма? 5. Чем отличаются между собой гуморальная и нервная регуляция? 6. Что такое функциональные системы? Приведите примеры.

Выберите один правильный ответ

1. Укажите основную функцию, которую выполняет опорно-двигательная система: а) опорная; б) секреторная; в) транспортная; г) гуморальная.
2. Укажите основную функцию, которую выполняет кровеносная система: а) транспортная; б) секреторная; в) рефлекторная; г) выделительная.

Образуйте логические пары

Установите соответствие между физиологическими системами и их функциями.

А дыхательная	**1** регуляция жизненных функций
Б пищеварительная	**2** газообмен
В кровеносная	**3** питание организма
Г выделительная	**4** обеспечение органов питательными веществами и кислородом
	5 выведение из организма продуктов обмена



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Сравните физиологические системы человека и животных разных групп.



ПОДУМАЙТЕ. Что общего и в чем отличие между физиологической и функциональной системами?

§4. ЗНАЧЕНИЕ ЗНАНИЙ О ЧЕЛОВЕКЕ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЕГО ЗДОРОВЬЯ

***Вспомните** из курса основ здоровья*, что такое здоровый образ жизни и каково его значение для человека. Какие факторы негативно влияют на здоровье человека? Что такое гомеостаз и адаптация?

Науки, изучающие организм человека. Организм человека как биологическую систему изучают разные науки, преимущественно биологические. Основные из них:

- *анатомия человека* – изучает форму и строение отдельных органов, их систем и всего организма;
- *физиология человека* – наука о функциях отдельных органов и их систем, процессы жизнедеятельности организма в целом;
- *генетика человека* изучает закономерности наследственности и изменчивости;
- *биология индивидуального развития* изучает закономерности как зародышевого, так и послезародышевого развития человека;
- *экология человека* изучает связи человека с окружающей средой, его приспособления к изменениям условий окружающей среды, влияние человеческой деятельности на другие организмы и нашу планету в целом.

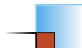
Биологические знания о деятельности человеческого организма являются основой для медицины и гигиены. ***Медицина*** – наука о здоровье человека, причинах его заболеваний, методах диагностики, лечения и их профилактике. ***Гигиена*** изучает влияние разных факторов окружающей среды, в том числе социальных (условий труда, быта, уровня культуры и т. п.), на здоровье человека, его работоспособность, продолжительность жизни.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: ***здоровье*** – это состояние физического, психического и социального благополучия, высокой работоспособности и социальной активности человека.

Общими показателями здорового организма человека являются его способность приспосабливаться (адаптироваться) к влияниям разнообразных факторов окружающей среды (тепло, холод, влажность и т. п.) и возможность обеспечивать высокую физическую и умственную работоспособность без перенапряжения и нарушения деятельности основных физиологических систем организма.

Если равновесие между организмом и действием факторов окружающей среды нарушается, то он становится неспособным в полной мере поддерживать гомеостаз. Например, недостаток или отсутствие Йода в пище или воде может стать причиной заболеваний щитовидной железы. Паразитические организмы, попав в организм человека, питаются за его счет, нарушая обмен веществ хозяина и т. п.



Что такое болезнь? Понятием ***болезнь*** определяют нарушения структурно-функциональных свойств клеток, тканей, органов, систем органов, вследствие чего снижаются приспособительные возможности и работоспособность человека.

Болезней очень много, как и причин, которые к ним приводят. Это в основном вредные привычки, неправильное питание, недостаточная физическая активность, несоблюдение санитарно-гигиенических норм, загрязнение окружающей среды, паразиты и т. п. Возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний могут распространять переносчики, например кровососущие насекомые или клещи (*вспомните, какие организмы распространяют возбудителей малярии, клещевого энцефалита, чумы и т. п.*).

ЗАПОМНИТЕ! **Инфекционными** называются заболевания, возбудителями которых являются вирусы, бактерии и грибы, а **инвазионными** – те, которые вызывают паразитические животные, например гельминты (*вспомните, какие животные относятся к гельминтам*).

Все мероприятия по здравоохранению человека делятся на лечебные и профилактические. Лечение включает *диагностику*, то есть определение причины заболевания, само *лечение* и *реабилитацию* – восстановление организма во время выздоровления. Важной составляющей лечения является *профилактика* заболеваний. Это совокупность мер, направленных на предупреждение возникновения и распространения заболеваний, укрепление здоровья.

Какие существуют методы диагностики состояния органов или организма человека? Вывод об общем состоянии здоровья человека можно сделать на основании ряда исследований: медицинских, биохимических, физических, анатомических, генетических и т. п. Полученные в результате проведенных исследований показатели состояния организма человека сравнивают со средними значениями этих показателей у здоровых людей соответствующего возраста и пола.

Биохимические методы применяют для определения разных показателей химического состава нашего организма: состава крови, пищеварительных соков и т. п. (рис. 23). Например, людям, больным сахарным диабетом, нужно постоянно контролировать уровень глюкозы в крови. Для этого существуют специальные приборы – глюкометры (рис. 24). Продолжительный высокий уровень глюкозы в крови является поводом для немедленного обращения к врачу.


Рис. 23. Современная биохимическая лаборатория



Рис. 24. Глюкометр: прибор для измерения уровня глюкозы в крови



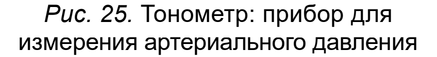

Рис. 25. Тонометр: прибор для измерения артериального давления


Рис. 26. Электрокардиограф и полученные с его помощью показатели деятельности сердца (электрокардиограмма)

Физические методы используются для исследования строения и состояния организма человека в целом и отдельных его органов. Примерами таких методов могут служить: измерение артериального давления, исследования работы сердца (электрокардиография), мозга (электроэнцефалография), рентгенография, ультразвуковая диагностика (УЗД), магнитно-резонансная томография (МРТ).

Артериальное давление измеряют с помощью специальных приборов – тонометров (рис. 25). Постоянно повышенное артериальное давление свидетельствует о развитии опасной болезни – гипертонии. Негативно на состояние здоровья человека влияет и постоянное низкое артериальное давление – гипотония.

Состояние сердца и его деятельность изучают, исследуя электрические процессы в нем. Для этого применяют электрокардиографы (рис. 26).

Метод рентгенографии заключается в исследовании внутренней структуры организма с помощью рентгеновских лучей. Эти лучи способны проникать сквозь материалы, не пропускающие свет (рис. 27). Рентгенографию следует использовать осторожно, только по рекомендации квалифицированного врача. Рентгеновские лучи используют, в частности, для *флюорографии*: получения снимка на рентгеновской пленке.

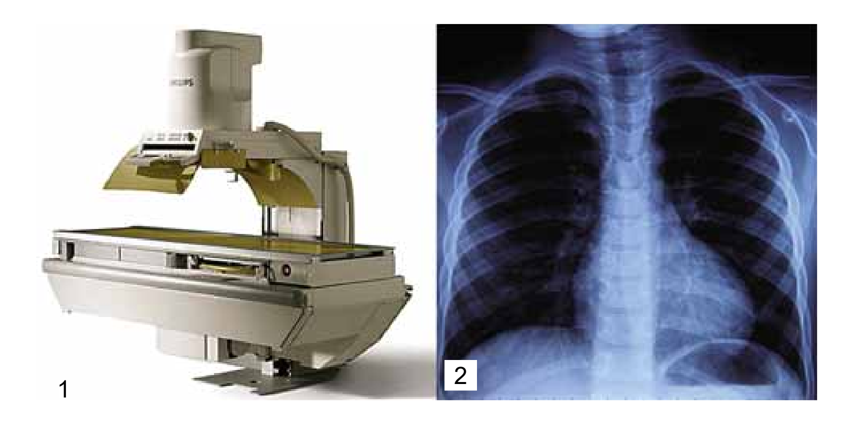


Рис. 27. Современный рентгеновский аппарат (1) и рентгеновский снимок (2)

Ультразвуковая диагностика (*ультразвуковое исследование*) – исследование внутренних органов человека и протекающих в них процессов с помощью ультразвуковых волн (рис. 28).

Магнитно-резонансная томография (*МРТ*) – это метод исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса. Его суть заключается в свойстве ядер определенных химических элементов (для магнитно-резонансной томографии таким элементом является Гидроген) во внешнем постоянном магнитном поле поглощать и излучать энергию. МРТ широко применяют в медицинской диагностике и для контроля во время лечения больного (рис. 29).



Рис. 28. Аппарат УЗД

Еще одним направлением диагностики состояния организма человека является *исследование структуры клеток и клеточного состава разных тканей*, например крови и лимфы. Так, изменения нормального соотношения разных типов клеток крови могут свидетельствовать о развитии определенного заболевания, например уменьшение количества эритроцитов – о развитии малокровия (анемии).

Одними из показателей нормального развития ребенка являются его рост, масса тела, объем грудной клетки и т. п. Их измеряют с помощью ***антропометрических методов*** (вспомните, как в детстве вы делали отметки, отслеживая свой рост). Все эти и другие методы позволяют объективно оценить отклонение от нормы функционального состояния организма и выбрать соответствующие методы для его восстановления.

Как сохранить здоровье? Каждый человек должен помнить, что здоровье легче сохранить, чем восстановить после заболеваний. Поэтому заботиться о здоровье нужно с детства. Необходимо вести здоровый образ жизни, овладевать основами медицинских и биологических знаний.



Рис. 29. Аппарат МРТ

Чтобы быть здоровым, необходимо постоянно следить за чистотой своего тела и одежды, регулярно и полноценно питаться, чередовать периоды труда и отдыха, избегать чрезмерных физических и умственных нагрузок, влияния вредных факторов окружающей среды.

Особенно разрушающе на здоровье человека влияют вредные привычки: курение, злоупотребление алкоголем, наркомания, токсикомания и др. Опасность заключается в первую очередь в том, что избавиться от этих привычек очень трудно, а в случае развития алкоголизма и наркомании – практически невозможно.

ЗАПОМНИТЕ! Здоровый организм способен выдерживать значительные нагрузки и действие неблагоприятных факторов окружающей среды.

Надеемся, что полученные вами знания помогут лучше понимать свой организм, научиться сохранять здоровье и эффективно восстанавливать его после болезней.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **тонометр, глюкометр, кардиограф.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Здоровье – это состояние полного физического, психического и социального благополучия человека, которое обеспечивает его высокую работоспособность и социальную активность. Организм человека приспосабливается к изменению интенсивности действия экологических факторов, благодаря чему между ним и окружающей средой устанавливается равновесие: на изменение действия определенного экологического фактора организм отвечает изменениями процессов жизнедеятельности. Нарушение этого равновесия приводит к развитию болезни.
- Лечение включает комплекс мероприятий: диагностику заболевания, само лечение и период восстановления после выздоровления. Важной составляющей лечебных мероприятий является профилактика – комплекс мер, направленных на предупреждение возникновения и распространения заболеваний, укрепление здоровья.
- Следить за состоянием организма человека с целью своевременного выявления и лечения заболеваний помогают разные методы диагностики, в частности биохимические, рентгенография, ультразвуковая диагностика, магнитно-резонансная томография и т. п.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие науки изучают организм человека? 2. Раскройте суть понятия «здоровье человека». 3. Как факторы окружающей среды влияют на состояние здоровья человека? 4. Каковы возможные причины нарушения здоровья человека? 5. Каковы условия сохранения и улучшения здоровья? Объясните, как можно укреплять свое здоровье.

Выберите один правильный ответ

1. Укажите факторы, способствующие здоровью: а) рациональное питание; б) длительный просмотр телепередач; в) постоянное психическое перенапряжение; г) курение.

2. Дополните арабскую пословицу: «Разрушать здоровье – это значит...»: а) усиливать свою работоспособность; б) обворовывать себя; в) сохранить молодость; г) увеличивать продолжительность жизни.

Образуйте логические пары

Установите соответствие между функциями организма и аппаратами их измерения.

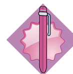
А работа сердца	**1** тонометр
Б уровень артериального давления	**2** глюкометр
В уровень глюкозы в крови	**3** электрокардиограф
Г снимки внутренних органов	**4** рентгеновский аппарат
	5 электроэнцефалограф



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ разные биохимические, физические, антропометрические методы исследования состояния здоровья.



ПОДУМАЙТЕ. Почему закаленный человек легче переносит неблагоприятное влияние факторов окружающей среды?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте схему «Взаимосвязь наук о человеке».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите ряд химических элементов, которые составляют основу структуры разных органических соединений: а) O, C, N, F; б) C, O, N, Mg; в) C, H, O, N; г) N, C, Fe, Ca.

2. Обобщите в одну группу термины: *сердечная мышца*, *скелетные мышцы*: а) клетка; б) ткань; в) орган; г) органелла.

3. Укажите науку, изучающую функции внутренних органов и организма в целом: а) гистология; б) физиология; в) анатомия; г) цитология.

4. Укажите науку, которая изучает строение внутренних органов и организма в целом: а) эмбриология; б) гистология; в) цитология; г) анатомия.

Образуйте логические пары

5. Установите соответствие между названиями и составляющими рефлекторной дуги (цифры на рисунке 30).

А рабочий орган
Б чувствительный нейрон
В рецептор
Г двигательный нейрон

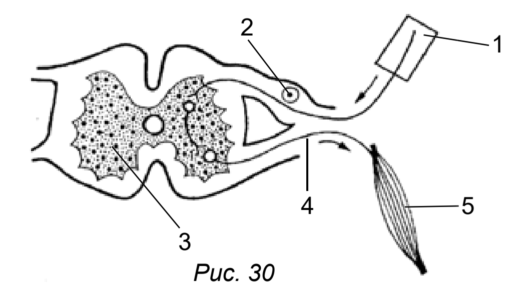


Рис. 30

6. Установите соответствие между органами или их составляющими и тканями, преобладающими в них.

А поджелудочная железа	**1** нервная ткань
Б головной мозг	**2** многослойный плоский эпителий
В эпидермис кожи	**3** исчерченная мышечная ткань
Г сердце	**4** железистый эпителий
	5 ткань внутренней среды

7. ***Установите последовательность*** уровней структурной организации от наименее сложного к более сложному: а) ткань; б) клетка; в) орган; г) организм.

8. Докажите, что организм человека – открытая, целостная, саморегулируемая биологическая система.

9. Чем разные регуляторные системы организма человека отличаются между собой?



Тема 1

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

В чем заключается роль обмена веществ и превращения энергии как основного свойства живого?
Как меняются пищевые и энергетические потребности организма человека в зависимости от вида его деятельности?

§ 5. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА – ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО НОРМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Вспомните, какие организмы относятся к гетеротрофам. Какие углеводы запасаются в клетках грибов, растений и животных? Что такое гомеостаз?

Обзор строения и процессов жизнедеятельности человека мы начинаем с обмена веществ и превращения энергии, поскольку эти процессы обеспечивают основу существования нашего организма.

Что такое обмен веществ? Организм человека, как и другие биологические системы, является открытой системой (рис. 31). Вы знаете, что обмен веществ – одно из основных свойств живого. Поэтому обязательным условием существования нашего организма является поступление извне питательных веществ, содержащих в себе энергию (*вспомните*: *организм растений способен улавливать и использовать энергию света*). Полученные из внешней среды вещества и энергия подвергаются значительным превращениям в нашем организме. Питательные вещества усваиваются и энергия, накопленная в них, используется. Продукты обмена выводятся наружу (рис. 32).

Вещества, поступающие в клетку

Превращение веществ в клетке

Вещества, выделяемые клеткой

Рис. 31. Схема, иллюстрирующая клетку как открытую систему

Обмен веществ еще называют ***метаболизмом***. Это основа функционирования любого живого организма. В процессах

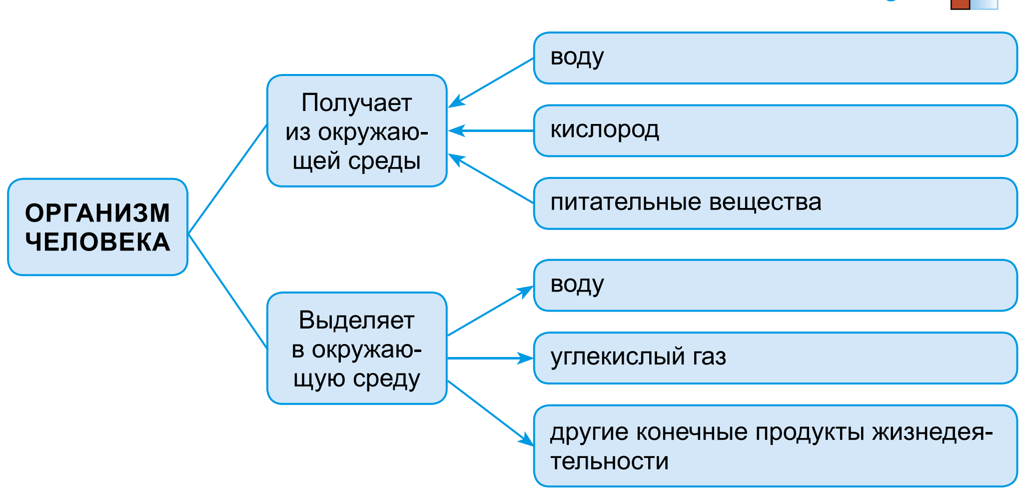


Рис. 32. Схема обмена веществ в организме человека. ***Задание.*** *Объясните, какие вещества человек получает из окружающей среды непосредственно, а какие – из продуктов питания; какие вещества организм человека выделяет в окружающую среду*

обмена веществ нашего организма участвуют разные типы соединений – как органические (белки, жиры, углеводы и т. п.), так и неорганические (неорганические кислоты, соли, кислород, углекислый газ, вода и др.). Процессы метаболизма обеспечивают рост и развитие нашего организма, позволяют реагировать на раздражители внешней и внутренней среды, оставлять потомство. Благодаря обмену веществ структуры организма постоянно обновляются, поддерживается постоянство его внутренней среды – гомеостаз.

ЗАПОМНИТЕ! **Обмен веществ**, или **метаболизм**, – сложная цепь превращений разнообразных соединений в организме, начиная с момента попадания их из внешней среды и заканчивая выведением продуктов распада (рис. 32).

Основу обмена веществ составляют комплексы взаимосвязанных биохимических реакций, которые не могут происходить без участия ферментов.

Что такое ферменты? **Ферменты**, или **энзимы**, – это биологически активные вещества, в основном белковой природы, способные влиять на скорость протекания химической реакции. Представьте себе: биохимические реакции при участии ферментов происходят в 10^6–10^{12} раз быстрее, чем при их отсутствии. За несколько секунд или даже долей секунды в организме происходит сложная последовательность реакций, каждая из которых требует участия своего специфического фермента. Одни из них ускоряют расщепление сложных органических соединений на более простые, другие – обеспечивают образование собственных веществ организма.

Одной из главных особенностей ферментов является то, что их пространственная структура отвечает пространственной структуре веществ, вступающих в реакцию, подобно тому, как соответствует ключ к замку (рис. 33). Поэтому ферментам присуща специфичность: определенный фермент может обеспечивать один или несколько типов подобных реакций.

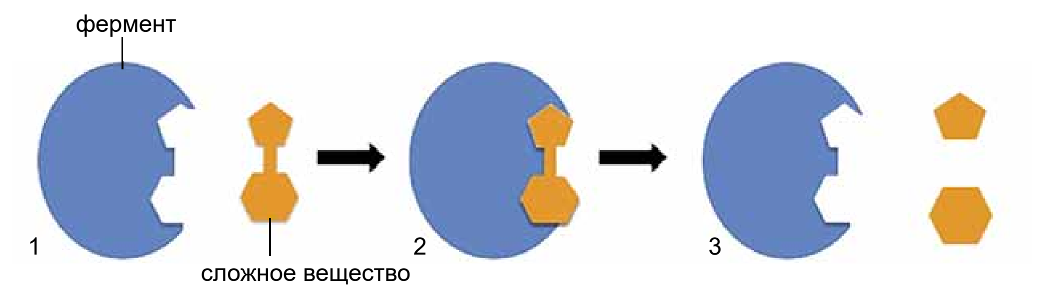


Рис. 33. Механизм действия ферментов: 1 – сближение фермента и сложного вещества; 2 – взаимодействие фермента и вещества; 3 – сложное вещество распалось на простые

Какое значение для организма имеют питательные вещества? Процессы обмена веществ состоят из реакций двух типов: расщепление сложных органических соединений на более простые – ***процессы диссимиляции*** и одновременное образование более сложных соединений из простых – ***процессы ассимиляции***. Обычно эти два процесса в организме человека сбалансированы. Но в растущем организме процессы ассимиляции должны преобладать над процессами диссимиляции (*подумайте почему*).

Во время протекания реакций диссимиляции освобождается необходимая для организма энергия. Реакции ассимиляции происходят с расходованием энергии. Поэтому запасы энергии в организме должны постоянно восполняться.

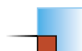
Организм человека способен запасать определенные вещества и соответственно накопленную в них энергию. Некоторое количество жиров запасается в подкожной жировой клетчатке, сальнике и т. п., а углеводов (в виде гликогена) – в клетках печени и мышц. При необходимости эта энергия может быть использована организмом.

Необходимая организму энергия высвобождается в результате окисления или бескислородного расщепления органических соединений (белков, жиров, углеводов). Так, при расщеплении 1 г белков и углеводов выделяется свыше 17 кДж энергии, а 1 г жиров – 38,9 кДж (*см. таблицу 1*).

Таблица 1

Функциональное значение для организма белков, жиров и углеводов

Питательные вещества	Энергетическая функция в организме человека	Другие функции органических веществ в организме человека	Источник веществ (продукты питания)
Белки	При окислении 1 г белка высвобождается 17 кДж, или 71,67 ккал энергии	Строительная (клетки и ткани тела человека), регуляторная (гормоны), транспортная (гемоглобин), защитная (антитела, интерферон)	Растительные: бобовые растения (фасоль, бобы, горох, соя). Животные: яйца, икра, молоко, мясо, рыба
Углеводы	При окислении 1 г углеводов высвобождается 17,6 кДж, или 73,33 ккал энергии	Запасающая (гликоген), строительная (входят в состав гликокаликса)	Растительные: зерновые (хлебо-макаронные изделия), рис, картофель, овощи, фрукты



Продолжение таблицы 1

Питательные вещества	Энергетическая функция в организме человека	Другие функции органических веществ в организме человека	Источник веществ (продукты питания)
Жиры	При окислении 1 г жиров высвобождается 38,9 кДж, или 162,08 ккал энергии	Запасающая (жировые депо), теплоизоляционная, защитная (защищают кожу от высыхания и набухания), строительная (входят в состав клеточных мембран)	Растительные масла (подсолнечное, оливковое, кукурузное и т. п.). Животные: масло, сало

Здоровье человека. Для полноценной жизнедеятельности организма человека необходимо энергии приблизительно 10 500 кДж в сутки.

В результате биохимических реакций белки и углеводы могут превратиться в жиры, а жиры – в углеводы. Однако углеводы и жиры никогда не превращаются в белки.

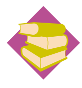
Обмен веществ и превращение энергии в организме человека регулируют нервная и эндокринная (с помощью биологически активных веществ, в основном гормонов) системы. Подробнее о регуляции обмена веществ вы узнаете в § 55.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **метаболизм, диссимиляция, ассимиляция, ферменты.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Одним из условий жизнедеятельности организма человека является обмен веществ и превращение энергии – метаболизм. Он состоит из двух взаимосвязанных процессов: диссимиляции (расщепление сложных органических веществ на более простые с высвобождением энергии) и ассимиляции (образование необходимых организму органических веществ с расходом энергии).
- Ферменты – биологически активные вещества, способные влиять на скорость протекания биохимических реакций.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое обмен веществ? 2. Из каких процессов состоит обмен веществ? 3. Для чего нужны запасы энергии в организме человека? 4. Что такое ферменты? Какова их роль в обмене веществ? 5. Что собой представляют процессы диссимиляции? 6. Какова роль процессов ассимиляции в обеспечении метаболизма?

Выберите один правильный ответ

1. Где в организме человека преимущественно может откладываться гликоген: а) в подкожной жировой клетчатке; б) в сальнике; в) в клетках печени; г) в костях?
2. Укажите процессы, с которыми связаны образование и расщепление органических соединений в организме человека: а) фотосинтез и дыхание; б) ассимиляция и диссимиляция; в) дыхание и выделение; г) диссимиляция и дыхание.

Выберите три правильных ответа
Выберите признаки, характерные для ассимиляции.

А превращение веществ	**Б** энергетические изменения	**В** место, где происходит процесс
1 расщепление веществ **2** отсутствие превращений **3** синтез веществ	**1** поглощение энергии **2** высвобождение энергии **3** отсутствие энергетических изменений	**1** клетка **2** межклеточная жидкость **3** полость кишечника



ПОДУМАЙТЕ. Что общего и отличного в процессах ассимиляции и диссимиляции? Какая связь существует между ними?



С помощью взрослых выполните ***исследовательский практикум***.

Самонаблюдение за соотношением массы тела и роста

Оборудование и материалы: напольные весы, сантиметровая лента.

1. Станьте ровно у стены без обуви, касаясь ее тремя точками: на уровне пяток, ягодичных мышц и лопаток. Голову держите прямо. С помощью сантиметровой ленты измерьте свой рост с точностью до 0,5 см. Данные запишите в таблицу.
2. Взвесьтесь на напольных весах. Данные занесите в таблицу.
3. Определите свой массо-ростовой индекс. Для этого показатель массы тела (г) разделите на показатель роста. Каждому сантиметру роста должно соответствовать 350–400 г массы у мальчиков и 375–425 г у девочек. Если показатели меньше, то можно говорить о недостаточной массе, если больше – об избыточной. Проанализируйте, почему увеличилась масса тела: из-за жировых отложений или в результате развития мышц.
4. Определите свой росто-массовый показатель (кг), вычитая из показателя роста цифру 100, если рост равен 155–164 см, или цифру 110, если рост равняется 165–185 см.

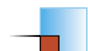
§6. ПИЩА И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ. СОСТАВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ЗНАЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Вспомните *из курса основы здоровья*, что такое продукты питания.

Вероятно, у вас неоднократно возникали вопросы: зачем мы ежедневно едим, откуда берется энергия, необходимая нашему организму? И вы уже знаете ответы на эти вопросы: строительный материал для нашего организма и необходимая нам энергия поступает вместе с пищей. Дальше мы рассмотрим, какие продукты питания и в каком количестве мы должны употреблять, чтобы наш организм оставался здоровым.

Что такое пища? Это все, что человек употребляет для поддержания жизнедеятельности организма: пополнения запасов энергии и строительного материала.

Что такое продукты питания и каков их состав? **Продукты питания** – это объекты животного и растительного происхождения, которые используют в пищу в натуральном или переработанном виде как источник энергии и строительный материал. Вещества, которые организм получает из



окружающей среды с пищей, усваиваются клетками. Основными компонентами продуктов питания являются питательные вещества (белки, углеводы, жиры), вода, минеральные соли и кислоты. Их содержание в разных продуктах питания неодинаково.

Продукты питания животного происхождения (мясо, рыба, молоко, яйца, сливочное масло и т. п.) – это основной источник белков, жиров и частично углеводов. Особенно ценны белки животного происхождения, поскольку организм человека способен усваивать их почти полностью.

ЗАПОМНИТЕ! Отсутствие в пище белков не может быть уравновешено никакими другими соединениями. Отсутствие белков в пищевом рационе вызывает тяжелые расстройства обмена веществ, снижение физической и умственной работоспособности, атрофию мышц, снижение защитных свойств организма.

Жиры животного происхождения поступают в организм преимущественно с салом, жирными мясом и рыбой, сливочным маслом, молоком, сыром, сметаной и т. п.

Углеводы в продуктах животного происхождения находятся в основном в виде гликогена (печень млекопитающих, птиц, рыб).

Продукты питания растительного происхождения имеют высокое содержание углеводов, хотя в их состав входят также белки и жидкие жиры – хлеб, хлебобулочные, макаронные и крупяные изделия, овощи, фрукты, подсолнечное масло и т. п.

Важными параметрами продуктов питания являются их качество и пищевая ценность. *Качество продуктов* – это совокупность их свойств, которые обеспечивают желаемые вкусовые качества и являются безопасными для здоровья человека. *Пищевая ценность* – это совокупность свойств продуктов питания, обеспечивающих физиологические потребности человека в энергии и строительном материале. Она определяется их химическим составом и степенью усвояемости нашим организмом.

Потребность человека в продуктах питания выражается энергией, которая содержится в компонентах их составных частей, и измеряется в килокалориях (ккал). Одна килокалория отвечает количеству тепловой энергии, необходимой для нагревания 1 кг воды на 1 °С.

Потребность человека в питательных веществах определяется его массой, возрастом и уровнем двигательной активности. Чем меньше возраст, тем больше белков необходимо на 1 кг массы тела (рис. 34).

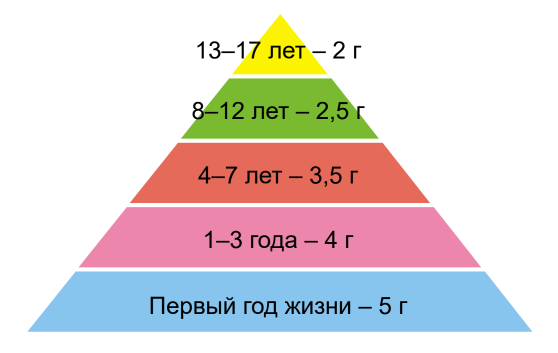


Рис. 34. Диаграмма суточной потребности организма человека в белках (на 1 кг массы тела) в зависимости от возраста. ***Задание***. *Рассмотрите диаграмму и объясните, почему чем меньше возраст, тем больше белка нужно употреблять*

Суточная потребность в белках, жирах и углеводах для детей и подростков приведена в таблице 2.

Таблица 2

Суточная потребность в белках, жирах и углеводах (в г) для детей и подростков

Возраст (годы)	Белки		Жиры	Углеводы
	общее количество	в т. ч. животные белки		
12–14	90–110	64	90–100	350–380
15–17	100–120	68	90–110	420–450

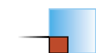
В суточном рационе взрослого человека целесообразно использовать белки, жиры и углеводы в соотношении 1: 1: 4. В среднем за сутки взрослый человек должен потреблять 80–100 г белков (из них приблизительно 50 г животного происхождения) и столько же жиров (из них 25–30 г должны быть растительного происхождения), 350–400 г углеводов (на простые углеводы, например глюкозу, должно приходиться 50–100 г). Эти нормы нужно корректировать в зависимости от условий труда. При физическом труде средней тяжести количество белков необходимо увеличить до 120 г в сутки, а при тяжелом труде – до 150 г. Тем, кто не занимается физическим трудом, количество жиров целесообразно уменьшить до 60 г в сутки. Для юношей рекомендованное суточное потребление: белков – 113 г, жиров – 106 г, углеводов – 450 г, а для девушек – 100, 90 и 383 г соответственно.

Каково значение неорганических веществ в организме человека? Вода является одним из важнейших компонентов человеческого организма. Она составляет около 65 % общей массы тела взрослого человека. Больше всего воды содержится в плазме крови, лимфе, тканевой жидкости, пищеварительных соках. Основная функция воды в организме – растворение большинства химических соединений, ведь она является универсальным растворителем. Все жизненные процессы, все биохимические превращения веществ и выделения продуктов их обмена могут происходить в организме только при наличии воды.

Здоровье человека. Для нормального функционирования организма нужно, чтобы содержание воды в нем оставалось относительно постоянным. Поэтому, непрерывно теряя воду, мы должны регулярно пополнять ее запасы. При комфортной окружающей температуре человек за сутки должен употреблять около двух литров воды. В жару, при значительных физических нагрузках или во время болезни потребность в воде возрастает.

Кроме воды, организму нужны и другие неорганические вещества. Они поддерживают постоянство внутренней среды организма, входят в состав многих тканей. Так, соли Натрия и Калия нужны для работы нервных и мышечных клеток. Соли Кальция входят в состав костей, зубов и принимают участие в процессах свертывания крови, сокращения мышц. Феррум входит в состав молекул гемоглобина, который переносит кислород. Йод нужен для синтеза гормонов щитовидной железы. Флуор входит в состав эмали зубов.

Основным источником неорганических (минеральных) веществ является растительная пища. Например, Кальция много в бобовых растениях



(фасоль, горох, бобы, соя), в капусте, помидорах, щавеле, яблоках, грушах, сливах, землянике; Калия – в картофеле, столовой свекле, абрикосах, сливах, винограде, гречихе, кукурузе; Феррума – в фасоли, салате, свекле, огурцах, ячмене, яблоках; Йода – в зерновых, овощах (картофель), фруктах, в морских водорослях (морская капуста).

Некоторые неорганические вещества содержатся в продуктах животного происхождения: Кальций – в молоке и молочных продуктах, яйцах птиц, рыбе; Фосфор – в молочных и мясных продуктах, рыбе, яйцах. Натрий поступает в организм в виде соли (поваренной соли), Флуор есть в питьевой воде.

Склад: Борошно пшеничне вищого ґатунку, вода питна, олія рослинна (пальмова та соняшникова), сіль кухонна, підсилювач смаку (глутамат натрію, інозінат та гуанілат натрію), цукор, сушені овочі (морква, цибуля ріпчаста та зелена, селера, петрушка, кріп), ароматизатори "курка" та "біле куряче м'ясо", порошок часнику, порошок куркуми, покращувач якості макаронних виробів, камідь гуарова, соєвий лецитин, гідролізований рослинний протеїн, антиоксидант (ВНТ), перець чорний мелений, карамель, рослинна олія на основі пальмової/кокосової олії, порошок курячого м'яса, рибофлавін (вітамін В2), суміш токоферолів (вітамін Е), бета-каротин (вітамін А).

Рис. 35. Образец этикетки продукта питания

Что такое пищевые добавки и каково их значение? **Пищевые добавки** – это вещества, которые добавляют в продукты по технологическим соображениям, чтобы продлить срок их пригодности, изменить цвет (красители), придать определенные вкусовые качества и т. п. Современная промышленность выпускает продукцию с разнообразными пищевыми добавками: консервантами, эмульгаторами, стабилизаторами. В Европейском Союзе разработана система их кодификации: Е + трехзначные цифры. Покупая продукты питания, всегда обращайте внимание на этикетку (паспортные данные продукта) (рис. 35). Следует осторожно употреблять продукты с высоким содержанием пищевых добавок.

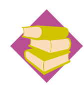
ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! ***Консерванты*** применяют с целью длительного хранения продуктов питания. В определенных дозах они вредны для организма. ***Эмульгаторы*** добавляют к продуктам питания для сохранения их консистенции. ***Стабилизаторы*** (пектины, камеди) – это желеобразные вещества. Их добавляют с целью сгущения консистенции продуктов.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **продукты питания, пищевые добавки.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Продукты питания состоят из органических и неорганических веществ. Органические вещества (белки, углеводы, жиры) являются источником энергии и строительным материалом, необходимым для роста и развития нашего организма. Белки участвуют в выполнении почти всех функций организма. Углеводы являются основным источником энергии в организме человека. Жиры также являются источником энергии и защищают организм от потерь тепла.
- Неорганические вещества (вода и минеральные вещества) являются такими же важными для жизнедеятельности организма, как и органические.
- Пищевые добавки – это вещества, которые добавляют в продукты питания для усиления вкусовых качеств, обеспечения определенной консистенции, цвета, продления срока хранения и т. п.



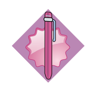
ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое продукты питания? Какими могут быть их компоненты? 2. Почему продукты питания не только обеспечивают наш организм энергией, но и необходимы для роста? 3. Что имеют в виду под понятиями «пищевая ценность» и «пищевое качество продуктов»? 4. Что такое пищевые добавки? Для чего их используют?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите химический элемент, необходимый в первую очередь для синтеза гормонов щитовидной железы: а) Феррум; б) Йод; в) Натрий; г) Калий.
2. Укажите химический элемент, который входит в состав гемоглобина: а) Феррум; б) Йод; в) Натрий; г) Кальций.
3. Укажите источник Флуора: а) бобы; б) питьевая вода; в) поваренная соль; г) фрукты.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Просмотрите этикетки продуктов питания, приобретенных в магазине. Обратите внимание на пищевые добавки в их составе. С помощью разных источников информации определите эти добавки и их влияние на организм человека.

§7. ПИЩЕВЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА. ЗНАЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ

Вспомните *из курса основ здоровья*, что такое сбалансированное питание.

Сбалансированное (рациональное) питание и его значение для здоровья человека. С давних времен люди придавали большое значение питанию как средству сохранения здоровья.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Авиценна (рис. 36) – известный арабский врач, один из основателей гигиены питания, первым разработал правила рационального питания.

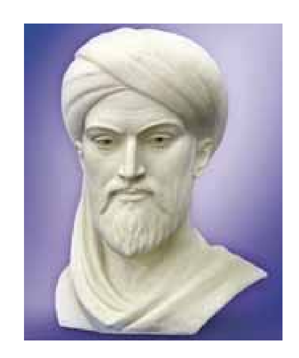


Рис. 36. Авиценна (980–1037)

ЗАПОМНИТЕ! **Сбалансированное**, или **рациональное, питание** – это такое питание, при котором качество и количество пищи отвечают потребностям организма. Эти потребности определяются тем, какое количество энергии тратит организм в процессе жизнедеятельности.

Энергетические расходы организма определяются ***основным обменом*** – тем наименьшим количеством энергии, которое организм тратит для поддержания процессов жизнедеятельности в состоянии полного покоя, натощак (то есть через 12–16 часов после употребления пищи) и в условиях температурного комфорта (+20...+23 °С). При этих условиях энергия тратится только на обеспечение работы внутренних органов (биохимические процессы, происходящие в клетках, работу сердца, дыхательные движения и т. п.).

Основной обмен зависит от разных факторов: пола, возраста, функционального состояния организма, производимой работы. Для человека средней массы, среднего роста и среднего возраста суточное значение основного обмена составляет приблизительно 7000 кДж. Конечно, для выполнения физической работы организм будет тратить еще дополнительное количество энергии (*см. таблицу 3*).



Таблица 3

Средние расходы энергии за сутки (кДж) при выполнении разных видов деятельности

Вид деятельности	Средние расходы энергии за сутки (кДж)	
	общие	в пересчете на 1 кг массы тела
Преимущественно умственный труд	13 470	167
Легкий физический труд	15 100	180
Физический труд средней тяжести	17 300	193
Тяжелый физический труд	19 950	222
Особенно тяжелый физический труд	22 940	255

Таким образом, зная, какое количество энергии освобождается при расщеплении 1 г разных органических соединений (белков, жиров и углеводов), а также то, сколько энергии потрачено человеком на протяжении суток, можно рассчитать его ***суточный рацион*** – то количество пищи, которое человеку нужно употребить, чтобы восполнить расходы энергии.

Под ***нормой питания*** подразумевают обеспечение физиологических потребностей организма человека в основных питательных веществах. При расчете норм питания учитывают следующие показатели: энергетические расходы организма, количественный и качественный состав пищи, энергетическую ценность пищи, оптимальное сбалансирование питательных веществ.

Норму питания рассчитывают не только в соответствии с затратами энергии, но и биологической полноценностью пищи. Ни один продукт не может полностью удовлетворить потребность организма во всех питательных веществах. Например, в мясе есть необходимые белки, но в нем недостаточно витаминов, минеральных веществ. В хлебе много углеводов, но мало других, нужных организму, веществ, в частности белков. Поэтому следует вводить в рацион как белковые и углеводные продукты, животные и растительные жиры, так и овощи, фрукты и ягоды, богатые витаминами и минеральными солями.

ЗАПОМНИТЕ! Важным принципом рационального питания является поддержание **энергетического баланса организма**. Это значит, что количество энергии, поступающей в организм с пищей, должно отвечать энергетическим расходам организма. Недостаток энергии в организме приводит к его истощению. Поэтому организм нужно постоянно пополнять питательными веществами.

Каким должен быть пищевой рацион человека? Как его составляют? Составляя пищевой рацион, следует учитывать усвояемость пищевых продуктов. Так, пища животного происхождения усваивается в среднем на 90 %, растительного – на 80 %, а смешанная еда – на 85 %. Лучшей усвояемости пищи способствует чистое и аккуратное сервирование стола, отсутствие внешних раздражителей (шума и т. п.). Пища должна быть вкусно приготовлена, иметь приятный вид и запах, который возбуждает

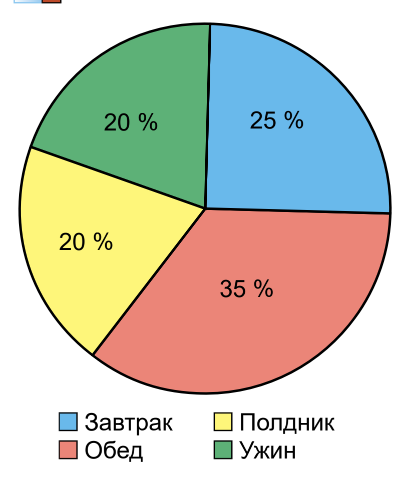


Рис. 37. Соотношение суточного рациона. ***Задание.*** *Пользуясь диаграммой, объясните, почему на первую половину дня приходится 60 %, а на вторую – 40 % суточного рациона*

аппетит и стимулирует деятельность пищеварительных желез. Натуральные пищевые добавки, например пряности (перец, горчица и т. п.) или пряные овощи (лук, чеснок, хрен и т. п.), возбуждают аппетит.

Необходимо питаться несколько раз в день (лучше всего – четыре), небольшими порциями и не спеша (рис. 37). Интервал между употреблением пищи не должен превышать шести часов.

Важно, чтобы в суточном рационе было достаточно овощей. Они содержат клетчатку, которая хотя и не переваривается, но способствует двигательной активности желудочно-кишечного тракта. Отсутствие такой еды вызывает ослабление тонуса толстого кишечника, запоры. Наполняя желудок, клетчатка создает ощущение насыщения (сытости). Мясные и рыбные блюда рекомендуют употреблять в первой половине дня. Они содержат вещества, возбуждающие нервную систему. Для ужина предпочтительнее блюда молочные и овощные.

Питание должно быть полноценным и достаточным. Чрезмерное употребление пищи, особенно богатой углеводами и жирами, может привести к ***ожирению***. Вследствие этого развиваются болезни сердца, пищеварительной и выделительной систем, ускоряется старение организма и сокращается продолжительность жизни человека.

Недостаточное питание (особенно недостаток белков) приводит к уменьшению мышечной массы, задержке роста и развития, снижает иммунитет.

Что такое витамины и каково их значение для организма человека?

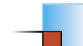
Витамины – биологически активные вещества разной химической природы, непременные участники обмена веществ. При отсутствии в пищевом рационе витаминов нарушаются процессы нормального обмена веществ. Еще в V ст. до н. э. древнегреческий врач Гиппократ своим пациентам с нарушением зрения рекомендовал есть птичью и коровью печень. В настоящее время мы знаем, что печень – это источник витаминов А (а также B_2, B_{12}), К и Е, необходимых для нормального функционирования организма.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Название «витамины» (от лат. *вита* – жизнь и *амины* – вещества, содержащие аминогруппу[1]) предложил в 1911 г. польский ученый Казимир Функ. Он разработал препарат, незначительное количество которого излечивало болезнь бери-бери[2]. К. Функ предположил, что и другие болезни, такие как цинга,

---

[1] Химическая группа – NH_2, которая содержит один атом Нитрогена и два атома Гидрогена, в частности, входит в состав белков.

[2] Болезнь человека, вызванная недостатком витамина B_1. Сопровождается снижением аппетита, ухудшением пищеварения, болью в мышцах ног, повышенной раздражительностью и сниженной работоспособностью.



рахит, также могут вызываться недостатком определенных веществ в пищевом рационе человека. Американский биохимик Е.В. Макколлум в 1913 г. предложил обозначать витамины буквами латинского алфавита: A, B, C, D и т. п. В 1922 г. он открыл витамины D и E.

Суточная потребность в витаминах – всего лишь несколько миллиграмм (*см. таблицу в приложении*). Несмотря на небольшое содержание в организме, витамины играют очень важную роль в обмене веществ и энергии. Много витаминов входит в состав ферментов, некоторые необходимы для образования гормонов. При отсутствии витаминов в организме возникают заболевания – ***авитаминозы***, при их недостатке – ***гиповитаминозы***. Отрицательно на организм человека влияет и излишек содержания витаминов в организме.

В настоящее время известно около 50 витаминов, которые делят на две группы: водорастворимые и жирорастворимые. К ***водорастворимым*** относятся витамины группы В (известно 15 витаминов), витамины Р, С и др.; к ***жирорастворимым*** – А, D, Е, К и др. Жирорастворимые витамины усваиваются организмом лишь в сочетании с жирами (сметаной, растительным и сливочным маслом).

Витамины быстро разрушаются. Большинство из них не откладывается про запас и не синтезируется в организме. Поэтому необходимо постоянно употреблять продукты, содержащие витамины. Основной источник витаминов – свежие фрукты, овощи, а также сливочное масло, молоко и мясо.

Неправильное хранение или неправильная кулинарная обработка продуктов питания приводит к разрушению большинства витаминов. Например, витамин С легко разрушается под воздействием света, кислорода воздуха, тепла, при контакте с посудой. Витамин B_1 чувствителен к нагреванию. Витамины А, Е, К, B_2, B_6 и β-каротин (провитамин А) очень чувствительны к свету и кислороду, но выдерживают действие высокой температуры. (Провитамины – это вещества – предшественники витаминов.)

ЗАПОМНИТЕ!

- ✓ Масло храните в посуде с закрытой крышкой.
- ✓ Овощи и зелень храните в темном прохладном месте. Чем быстрее вы их используете, тем больше витаминов получит организм.
- ✓ Морковь, свеклу, редиску мойте нечищеными перед самим приготовлением.
- ✓ Наре́зать овощи следует ножом из нержавеющей стали, лучше большими кусками, а небольшие клубни – готовить целыми.
- ✓ Овощи для варки нужно класть в кипящую воду.
- ✓ Отдавайте предпочтение непродолжительной кулинарной обработке продуктов (варка на пару, запекание в фольге и т. п.).
- ✓ Жарка – вид кулинарной обработки пищевых продуктов, при котором больше всего разрушается витаминов.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **сбалансированное питание, чрезмерное питание, недостаточное питание, энергетический баланс организма, витамины.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Сбалансированное питание – один из важных факторов сохранения здоровья. При таком питании в организм поступают разнообразные питательные вещества в количествах, необходимых для обеспечения нормальной жизнедеятельности.

● Недостаточное питание, как и чрезмерное, приводит к развитию заболеваний многих органов и физиологических систем организма. Поэтому неоходимо питаться в соответствии с энергетическими расходами организма.

● Витамины – биологически активные вещества разной химической природы, непременные участники обмена веществ.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое энергетический баланс организма? 2. На что тратится энергия, когда человек просто спокойно лежит? 3. Что нужно учитывать, чтобы правильно составить суточный пищевой рацион? 4. Чем характеризуются продукты питания растительного и животного происхождения? 5. Почему отсутствие белков в пище нарушает нормальное функционирование организма человека? 6. Почему как чрезмерное, так и недостаточное питание приводят к развитию заболеваний?

Выберите один правильный ответ

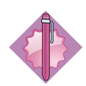
1. Укажите заболевание, вызванное отсутствием в организме определенного витамина: а) авитаминоз; б) гиповитаминоз; в) гипервитаминоз.
2. Укажите соотношение белков, жиров и углеводов в пищевых продуктах при условии рационального питания: а) 2 : 2 : 1; б) 1 : 1 : 2; в) 1 : 1 : 4; г) 1 : 1 : 6.
3. Укажите, что собой представляет основной обмен:

а) количество энергии, которое организм тратит для поддержания процессов жизнедеятельности в состоянии полного покоя, натощак;
б) количество энергии, которое организм тратит для поддержания процессов жизнедеятельности в состоянии полного спокойствия, после употребления пищи;
в) количество энергии, которое организм тратит для поддержания процессов жизнедеятельности в состоянии максимальной двигательной активности, натощак;
г) количество энергии, которое организм тратит для поддержания процессов жизнедеятельности в состоянии максимальной двигательной активности, после употребления пищи.

Решите задачу. Определите энергетическую ценность 50 г пшеничного хлеба, если белков в нем 2,85 г, жиров 0,2 г и углеводов 28 г. Выберите правильный ответ: а) 53,8 кДж; б) 538,4 кДж; в) 481,6 кДж; г) 48,1 кДж.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Проанализируйте таблицу «Витамины, их значение, суточная потребность, продукты питания, содержащие витамины, и признаки гипо- и авитаминоза» (см. приложение). Подготовьте презентации о роли водорастворимых (I группа) и жирорастворимых (II группа) витаминов для здоровья человека.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Вместе с членами своей семьи подготовьте проект «Сбалансированное питание». Презентуйте его в классе и строго придерживайтесь определенных вами норм питания.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите продукт питания, в котором преобладают жиры: а) оливки; б) персик; в) рис; г) картофель.

2. Укажите продукт с наибольшим содержанием белка: а) картофель; б) морковь; в) яблоко; г) рыба.

3. Выберите ряд продуктов питания с наибольшим содержанием витамина С: а) морковь, печень, шиповник; б) яичный белок, лимон, рис; в) черная смородина, лимон, шиповник; г) крыжовник, рыба, масло.

Выберите три правильных ответа

4. Выберите признаки, характерные для диссимиляции.

А превращение веществ	**Б** энергетические изменения	**В** место, где завершаются процессы
1 расщепление веществ **2** синтез веществ **3** превращения веществ не происходят	**1** поглощение энергии **2** высвобождение энергии **3** отсутствие энергетических изменений	**1** клетка **2** тканевая жидкость **3** полость кишечника

5. Выберите признаки, характерные для витамина С.

А растворимость	**Б** в каких продуктах преимущественно содержится	**В** под действием каких факторов разрушается
1 растворяется в воде **2** растворяется в жирах **3** не растворяется ни в воде, ни в жирах	**1** растительного происхождения **2** животного происхождения **3** растительного и животного происхождения	**1** кипячение **2** нарезание продуктов **3** не разрушается никогда

6. ***Решите задачу***. Определите количество энергии, которая выделится при окислении 1 моля глюкозы, если при окислении 1 г этого вещества выделяется 17,2 кДж энергии. Выберите правильный ответ: а) 309,6 кДж; б) 3096 кДж; в) 1548 кДж; г) 154,8 кДж.

Уравнение реакции окисления глюкозы в мышцах:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6H_2O + 6CO_2 + Q.$$

7. Составьте таблицу «Растительная пища – основной источник неорганических (минеральных) веществ».

8. Объясните возможные последствия отказа от продуктов животного происхождения у детей подросткового возраста.



Тема 2

ПИЩЕВАРЕНИЕ

Что происходит в организме человека с пищей? Благодаря чему это происходит? Каково строение и каковы функции органов пищеварения? Какие бывают желудочно-кишечные заболевания?
Каковы их причины и течение? Как защитить себя от них?

§8. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните строение пищеварительной системы млекопитающих. Какие методы используют для изучения состояния организма человека?

Что такое пищеварение? Вы уже знаете, что существование организма возможно только при условии расходов органических веществ и энергии и постоянного их восполнения. Однако для того, чтобы вещества пищи, поступившие в организм, могли заменить потраченные органические вещества и энергию, они должны подвергнуться определенным физическим и химическим превращениям в органах пищеварительной системы. Только вода и минеральные соли поступают из органов пищеварения во внутреннюю среду в неизменном виде. Вещества, образовавшиеся в результате реакций расщепления, через стенки пищеварительного канала попадают в кровь и лимфу благодаря процессам ***всасывания***.

ЗАПОМНИТЕ! **Пищеварение** – совокупность процессов механической обработки пищи и химического расщепления ее компонентов на соединения, которые организм способен усваивать и включать в обмен веществ.

Каково строение пищеварительной системы человека и какие ее основные функции? Пищеварительная система человека имеет такой же общий план строения, как и у других млекопитающих. Анатомически и функционально она разделена на пищеварительный канал и вспомогательные органы пищеварительной системы. Общая длина пищеварительного канала составляет 8–10 м. Он тянется от ротового отверстия к анальному. ***Пищеварительный канал*** последовательно разделен на ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый отделы кишечника, который заканчивается прямой кишкой с анальным отверстием. ***Вспомогательными органами пищеварительной системы*** являются зубы, язык, а также пищеварительные железы: слюнные, печень с желчным пузырем и поджелудочная железа (рис. 38).

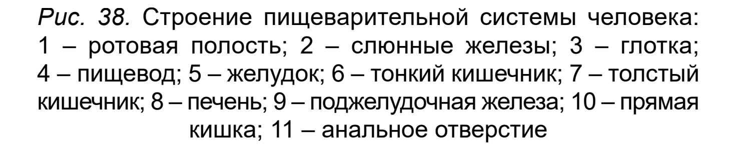
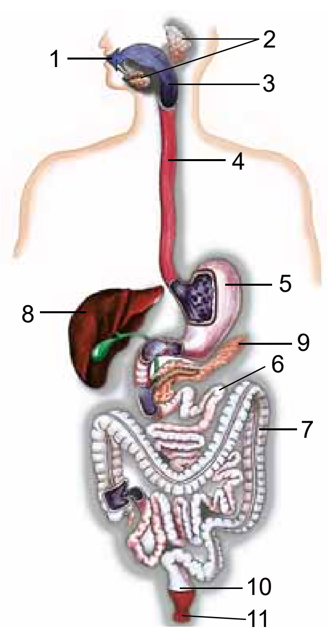


Рис. 38. Строение пищеварительной системы человека: 1 – ротовая полость; 2 – слюнные железы; 3 – глотка; 4 – пищевод; 5 – желудок; 6 – тонкий кишечник; 7 – толстый кишечник; 8 – печень; 9 – поджелудочная железа; 10 – прямая кишка; 11 – анальное отверстие



Пищеварительная система выполняет следующие функции.

Двигательная функция обеспечивает захватывание пищи, ее измельчение, смешивание с пищеварительными соками, продвижение ее по пищеварительному тракту, выведение непереваренных остатков наружу. ***Секреторная функция*** обеспечивает выделение пищеварительных соков и слизи, гормонов, регулирующих деятельность пищеварительной системы. ***Функция расщепления*** обеспечивает расщепление сложных молекул на их составляющие под действием пищеварительных ферментов. ***Функция всасывания*** обеспечивает переход воды, минеральных веществ, витаминов и продуктов расщепления молекул белков, жиров и углеводов в кровь или лимфу. ***Функция выделения*** заключается в выведении из организма некоторых продуктов пищеварения, не нужных организму.

Стенка пищеварительного канала состоит из четырех оболочек: слизистой, подслизистой, мышечной и серозной (рис. 39). Каждая из них представлена определенным типом ткани и выполняет свои функции в процессах пищеварения.

Внутренняя ***слизистая оболочка*** пищеварительного канала выделяет слизь, которая защищает его от механического повреждения твердыми частицами пищи и облегчает ее продвижение. Кроме слизи, клетки этой оболочки выделяют пищеварительные ферменты, гормоны и некоторые другие вещества. Слизистая оболочка, кроме секреторной, выполняет функцию всасывания продуктов пищеварения и их обеззараживания.

Подслизистая оболочка состоит из соединительной ткани. В ней находится очень много кровеносных и лимфатических сосудов и нервов. Они регулируют секреторную функцию слизистой оболочки. ***Мышечная оболочка*** состоит из двух слоев неисчерченных мышц. Между мышцами расположены нервы, регулирующие движения пищеварительного канала. ***Серозная оболочка*** образована соединительной тканью и покрывает пищеварительный канал снаружи. В ней находятся сосуды и нервные волокна. Брюшную полость выстилает плотная двухслойная соединительнотканная оболочка – **брюшина**. Она защищает органы пищеварения, удерживает их в определенном положении. Вещество, выделяемое брюшиной, смягчает их движения.

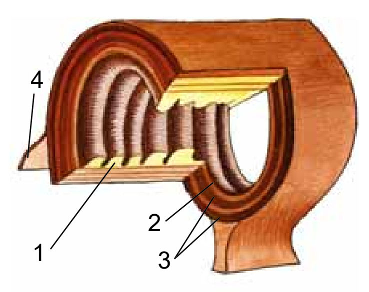


Рис. 39. Оболочки пищеварительного канала: 1 – слизистая; 2 – подслизистая; 3 – мышечная; 4 – серозная

Процессы пищеварения делятся на полостное и пристеночное.

- ***Полостное пищеварение*** происходит в полости желудочно-кишечного тракта. Оно состоит из процессов механической и химической обработки пищи. Механическая обработка пищи заключается в ее измельчении, увлажнении, перемешивании с пищеварительными соками, набухании и растворении. Химическая обработка пищи происходит тоже поэтапно: сначала в ротовой полости, потом в желудке и в конечном итоге – в кишечнике.
- ***Пристеночное пищеварение*** происходит на поверхности внутренней оболочки пищеварительного канала внутри клеток.

Химические превращения пищи осуществляются под воздействием ферментов. Вы уже знаете, что ферменты – это биологически активные вещества, в основном белковой природы, способные ускорять биохимические реакции. Их еще называют *биологическими катализаторами*. Образуются пищеварительные ферменты в клетках пищеварительных желез, которые их выделяют в составе слюны и пищеварительных соков: желудочного, поджелудочной железы, кишечного. Существуют тысячи разных ферментов. Каждый из них ускоряет только определенную химическую реакцию: одни расщепляют белки, другие – углеводы или жиры и т. п.

Пищеварительные ферменты начинают расщеплять компоненты пищи в пищеварительном канале. Продукты расщепления белков, жиров и углеводов всасываются в кровь и лимфу. Завершаются эти процессы в клетках. Там не только расщепляются, но и образуются новые органические соединения, присущие только данному организму.

Активность ферментов зависит от условий, в которых они находятся: температуры и кислотности среды (щелочная, кислая, нейтральная). Например, при повышении температуры тела до +38 °С активность ферментов возрастает. Дальнейшее повышение температуры тела снижает их активность. Одни ферменты активны в слабощелочной среде (ферменты слюны, пищеварительных соков кишок), другие – в кислом (ферменты желудка).

Как исследуют функции органов пищеварения? Фундамент современной физиологии пищеварения заложили исследования выдающегося русского физиолога И.П. Павлова (рис. 40). Он разработал принципиально новые методические подходы, которые позволили выявить закономерности выделения слюны, желудочного сока, соков поджелудочной железы и желчи, а также собрать чистые (не смешанные с пищей) пищеварительные соки, определить их состав, изучить регуляцию пищеварения в естественных условиях. За эти труды И.П. Павлов в 1904 г. был удостоен Нобелевской премии.

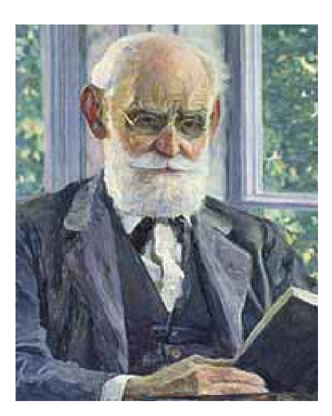


Рис. 40. И.П. Павлов (1849–1936)

В настоящее время используют следующие методы исследования органов пищеварения: зондирование, эндоскопию, электрогастрографию, ультразвуковую диагностику, сканирующую томографию, рентгенографию. *Зондирование* – введение в полость желудка или двенадцатиперстной кишки гибкой трубки – зонда (рис. 41, 1) для взятия желудочного и кишечного сока. *Эндоскопия* – введение в пищеварительный канал специальных осветительных приборов со

световодами (рис. 41, 2), чтобы непосредственно осмотреть полость пищеварительного канала. *Ультразвуковая диагностика (УЗД)* фиксирует изображение внутренних органов вследствие отражения от их поверхности ультразвуковых волн. *Сканирующая томография* помогает получить на экране компьютера изображения глубинных слоев исследуемого органа. С помощью *радиоэлектронных методов* исследуют кишечную среду. Так называемые радиопилюли – устройства, оснащенные датчиком, передают информацию с помощью радиоволн. *Рентгенография* позволяет получить теневое изображение органа или его части на рентгеновской пленке в результате прохождения через него рентгеновских лучей.





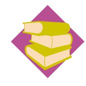
Рис. 41. 1. Зонд. 2. Эндоскоп

✿ *Ключевые термины и понятия:* **полостное пищеварение, пристеночное пищеварение, пищеварительный канал, пищеварительные железы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Пищеварение – совокупность процессов, обеспечивающих поступление пищи, механическая обработка пищи и химическое расщепление ее на соединения, которые организм способен усваивать и включать в обмен веществ. Пищеварительная система человека сквозная, состоит из нескольких отделов, начинается ротовым отверстием и заканчивается анальным.
- Система пищеварения состоит из пищеварительного канала и пищеварительных желез. Функции системы пищеварения: двигательная, секреторная, расщепление и всасывание питательных веществ, выделительная. Самые распространенные методы исследования органов пищеварения: зондирование, эндоскопия, ультразвуковая диагностика, сканирующая томография, рентгенография.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какую роль играет пищеварительная система в обмене веществ? 2. Что такое пищеварение? 3. Какова функция ферментов в процессах пищеварения? 4. Из каких органов состоит пищеварительная система человека? 5. Какие функции пищеварительной системы? Какие методы исследования органов пищеварения вы знаете?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите функцию пищеварительной системы, которая заключается в механической обработке пищи: а) двигательная; б) секреторная; в) выделительная; г) всасывающая.

2. Укажите функцию пищеварительной системы, которая заключается в образовании и выделении слюны: а) двигательная; б) секреторная; в) расщепление; г) всасывающая.

Установите правильную последовательность органов, образующих пищеварительный канал, начиная с ротовой полости: а) прямая кишка с анальным отверстием; б) глотка; в) ротовая полость; г) тонкий кишечник; д) пищевод; е) желудок; ж) толстый кишечник.



ПОДУМАЙТЕ. Почему процесс пищеварения невозможен при отсутствии ферментов?

§ 9. ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ И ЖЕЛУДКЕ

Вспомните строение зубов млекопитающих. Какие разновидности зубов существуют у млекопитающих?

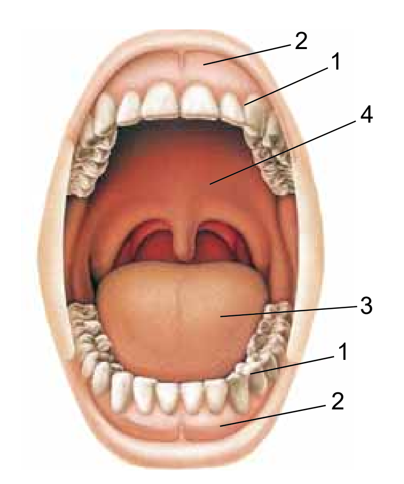


Рис. 42. Строение ротовой полости: 1 – зубы; 2 – дёсны; 3 – язык; 4 – нёбо

Каково строение ротовой полости? Вы уже знаете, что пищеварительный канал начинается с ротовой полости. В ней оценивается вкус пищи, определяется ее пригодность (съедобная или несъедобная), начинаются процессы механического (измельчение) и химического (расщепление при участии ферментов) превращения пищи. Снаружи ротовая полость ограничена губами и щеками. Верхнюю стенку ротовой полости образует *нёбо*. Передняя его часть – это *твердое нёбо*, основу которого составляют кости, а задняя – *мягкое нёбо,* образованное мышцами. Обе части нёба покрыты слизистой оболочкой (рис. 42).

Язык и определение вкуса пищи в ротовой полости. Язык – это подвижный мышечный орган, образованный мышечной исчерченной тканью, на слизистой оболочке которого находятся вкусовые рецепторы. Благодаря этим рецепторам мы различаем кислое, сладкое, соленое, горькое и таким образом определяем вкус пищи, а также качество веществ, попавших в ротовую полость (непищевые или вредные вещества рефлекторно удаляются из нее). Кроме того, язык участвует в пережевывании пищи, глотании, а вместе с губами и зубами – в формировании членораздельных звуков речи.

Зубы и механическая обработка пищи. В ротовой полости находятся зубы, служащие для захвата, откусывания и пережевывания пищи. Они закреплены в лунках зубных отростков нижней и верхней челюстей (зубных альвеолах). Слизистая оболочка, покрывающая зубные отростки челюстей, образует *дёсны* (см. рис. 42). Рассмотрим внешнее строение зубов (по муляжам или моделям) во время выполнения лабораторного исследования.



Рис. 43. Внешнее строение (А) и размещение зубов на челюстях (Б): 1 – резцы; 2 – клыки; 3 – малые коренные; 4 – большие коренные

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Внешнее строение зубов

Оборудование и материалы: модели зубов, нижней и верхней челюстей.
1. Рассмотрите на модели нижней и верхней челюстей расположение зубов.
2. Обратите внимание на размеры зубов, их форму.
3. Сравните внешнее строение разных типов зубов и объясните их назначение.

Все зубы имеют в целом одинаковое строение. Каждый зуб состоит из коронки, шейки и корня (рис. 44). ***Коронка*** выступает над деснами и снаружи покрыта твердой зубною ***эмалью***. Она предотвращает стирание зуба и проникновение в него микроорганизмов. Под эмалью находится вещество, по строению похожее на костную ткань, – ***дентин*** (от лат. *дент* – зуб). Внутри зуба имеется полость, заполненная рыхлой соединительной тканью, сосудами и нервами, – ***пульпа***. Место перехода коронки в корень называется ***шейкой зуба***. Она погружена в десны. ***Корень зуба*** окружен твердым веществом – ***зубным цементом***. Он прикрепляет зуб к кости челюсти. Корень зуба имеет отверстие, через которое в него входят кровеносные сосуды и нервы. Зубы имеют разное количество корней: один корень имеют резцы (по 4 на каждой челюсти) и клыки (по 2), два корня – малые коренные зубы (по 4) и три корня – большие коренные зубы (рис. 43). Резцы и клыки откусывают кусочки пищи, а малые и большие коренные зубы ее измельчают. Зубы растут дважды: сначала у человека появляются 20 молочных, а потом 28–32 постоянных зуба.

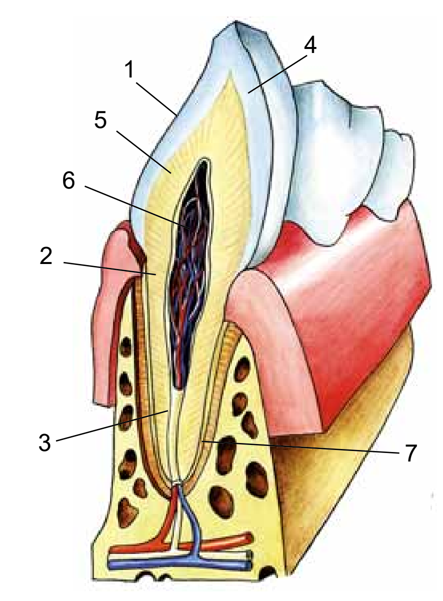


Рис. 44. Строение зуба: 1 – коронка; 2 – шейка; 3 – корень. ***Задание.*** *Рассмотрите рисунок и выберите на нем составляющие части зуба; охарактеризуйте особенности эмали (4), дентина (5), пульпы (6) и цемента (7)*

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Приблизительно с шестимесячного возраста у ребенка появляются временные ***молочные зубы***. Рост этих зубов завершается в конце второго или в начале третьего года жизни. Процесс замены молочных зубов на постоянные начинается в возрасте 5–8 лет и длится до 13–16-го года жизни. Последними, на 16–30-м году жизни, появляются две пары зубов – так называемые зубы мудрости.

ЗАПОМНИТЕ! Самая распространенная болезнь зубов – **кариес** (от лат. *кариес* – гниение) – разрушение твердых тканей зуба с образованием пустот в его стенках (рис. 45).

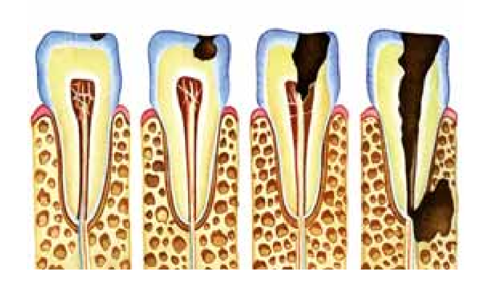


Рис. 45. Развитие кариеса. ***Задание.*** *Рассмотрите рисунок и объясните, как образуется кариес.*

Профилактика кариеса заключается в неуклонном соблюдении гигиенических требований:

- после еды полость рта следует прополоскать теплой водой;
- не употреблять горячую пищу сразу после холодной, и наоборот;
- не раскусывать очень твердую пищу (орехи, твердые конфеты и т. п.);
- ежедневно утром и перед сном нужно чистить зубы противовоспалительными зубными пастами;
- периодически проходить медицинское обследование у зубного врача;
- своевременно лечить больные зубы.

Химическая обработка пищи в ротовой полости. Процессы ферментативного переваривания пищи начинаются в ротовой полости. В этом процессе участвует слюна, которую выделяют слюнные железы. У человека имеется три пары больших слюнных желез: ***околоушные***, ***подчелюстные*** и ***подъязычные*** (рис. 46). За сутки все слюнные железы вместе выделяют в ротовую полость 0,5–2 л слюны. Кроме больших слюнных желез, слизистая оболочка рта усеяна многочисленными мелкими слюнными железами.

Слюна – это бесцветная слизисто-клейкая слабощелочная жидкость, в состав которой входят вода (около 98,5 %), ферменты (лизоцим, амилаза и мальтаза) и муцин. *Лизоцим* обеззараживает микроорганизмы, способствует заживлению ран слизистой оболочки рта. Пищеварительные ферменты *амилаза* и *мальтаза* частично расщепляют сложные углеводы на более простые. *Муцин* увлажняет и обволакивает пищу, обеспечивает лучшее проглатывание пищевого комка.

ЗАПОМНИТЕ! Тщательно пережеванная пища полностью пропитывается слюной. Таким образом, ферменты слюны способны действовать на всю пищу.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Усиленное выделение слюны при употреблении очень кислых фруктов разбавляет (уменьшает концентрацию) кислоту, которая могла бы разрушить нежные клетки слизистой оболочки.

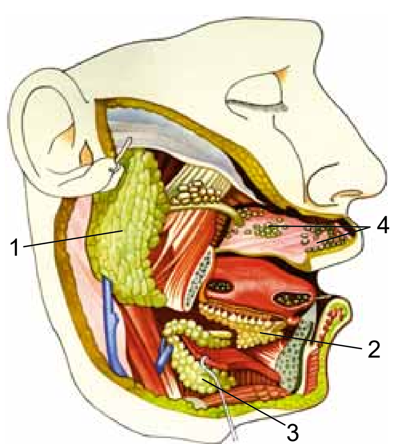


Рис. 46. Слюнные железы: 1 – околоушная; 2 – подъязычная; 3 – подчелюстная; 4 – мелкие железы щек и губ

Как человек глотает? Пережеванную, смоченную слюной и частично расщепленную пищу (пищевой комок) язык проталкивает к глотке. Потом благодаря сокращению мышц языка и глотки пища попадает в пищевод, то есть человек глотает. Стенки пищевода волнообразно сокращаются, способствуя продвижению пищевого комка к желудку.

Каково строение желудка и какие его функции? **Желудок** – расширенный отдел пищеварительного канала. В нем различают входную часть – ***дно*** желудка, среднюю часть – ***тело*** и исходную часть – ***привратник*** (рис. 47). Форма и объем желудка заметно изменяются в зависимости от его наполнения, положения тела и т. п.

У взрослого человека длина желудка составляет 21–25 см, а его вместимость – 1–3 л.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Желудок может растягиваться и на больший объем. Однако чрезмерное растягивание желудка мешает дыхательным движениям диафрагмы. Способность желудка вмещать значительное количество пищи называют ***депонированием***. Благодаря этому человек может питаться лишь 3–4 раза в день, не чувствуя голода в промежутках между приемами пищи.

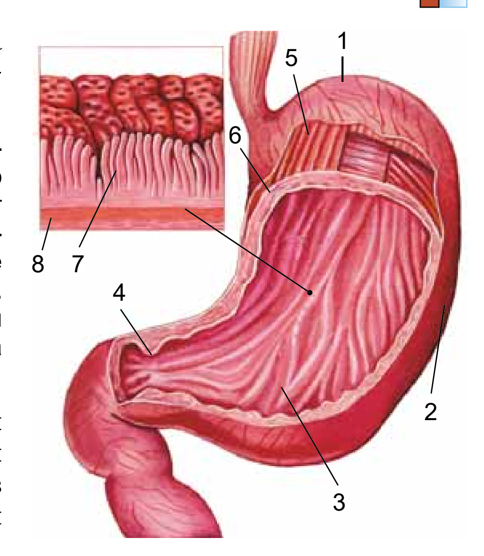


Рис. 47. Строение желудка: 1 – дно; 2 – тело; 3 – привратник; 4 – сфинктер; 5 – мышечная оболочка; 6 – серозная оболочка; 7 – складчатая слизистая оболочка; 8 – подслизистая оболочка

Стенка желудка образована типичными для пищеварительного канала оболочками (рис. 47). В месте перехода желудка в двенадцатиперстную кишку кольцевой слой мышц образует утолщение, формируя мышцу-зажим – *сфинктер*. Он регулирует поступление пищи из желудка в кишечник. Сокращения мышц желудка перемешивают пищу и периодически продвигают ее к кишечнику.

В слизистой оболочке желудка содержится несколько типов секреторных клеток, выделяющих пищеварительные ферменты, хлоридную кислоту и слизь. Смесь этих веществ вместе формирует кислый **желудочный сок**. За сутки у человека выделяется 2–3 л желудочного сока. Основным его ферментом является ***пепсин*** (от греч. *пепсис* – пищеварение). Он обеспечивает начальное расщепление белков. Начальное расщепление углеводов под воздействием ферментов слюны (в частности, амилаза) в желудке прекращается. Кислый желудочный сок делает ферменты слюны неактивными. Пепсин, напротив, выделяясь в неактивной форме, активизируется только в кислой среде, которую создает хлоридная кислота. Фермент ***липаза*** расщепляет измельченные на капельки жиры (например, жиры молока). Активность липазы высока у детей и почти отсутствует у людей зрелого возраста.

Хлоридная кислота, кроме того, что создает оптимальные условия для действия пепсина, обезвреживает болезнетворные и гнилостные бактерии. Она также способствует набуханию белков. Это значительно облегчает их переваривание.

Слизь покрывает стенки желудка и защищает их от переваривания пепсином. В слизистой оболочке образуется гормон ***гастрин*** (от греч. *гастер* – желудок), участвующий в регуляции желудочной секреции, и особенный белок, обеспечивающий всасывание витамина B_{12} в тонком кишечнике. Этот витамин играет важную роль в образовании клеток крови – эритроцитов, которые переносят кислород.

Продолжительность нахождения пищи в желудке зависит от ее состава. Жирная пища задерживается около шести–восьми часов, углеводная – около четырех часов. В желудке всасываются в кровь только вода, минеральные соли, алкоголь, некоторые лекарства и незначительное количество глюкозы.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **язык, слюнные железы, зубы, кариес, слюна, желудок, желудочный сок, пепсин.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Пищеварительный канал начинается с ротовой полости. В ней определяется вкус пищи, ее качество, происходит механическая (измельчение, перемешивание) и химическая (первичное расщепление углеводов под действием пищеварительных ферментов) обработка.
- Процесс пищеварения в ротовой полости завершается формированием пищевого комка. Дальше он попадает через глотку и пищевод в желудок.
- Во время пищеварения в желудке белки расщепляются на более простые химические соединения. Этому способствуют хлоридная кислота и фермент желудочного сока пепсин.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково строение ротовой полости? Какие функции она выполняет? 2. На какие группы делятся зубы человека? Каковы их функции? 3. Какое строение имеют зубы человека? 4. Каковы функции языка? 5. Какой химический состав слюны и какова ее роль в процессах пищеварения? 6. Каково строение желудка? Каков состав желудочного сока? 7. Как осуществляется пищеварение в желудке?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите ряд зубов у взрослого человека: а) 8 резцов, 4 клыка, 20 коренных; б) 4 резца, 8 клыков, 20 коренных; в) 4 резца, 4 клыка, 26 коренных; г) 10 резцов, 8 клыков, 10 коренных.
2. Укажите фермент слюны: а) лизоцим; б) пепсин; в) муцин; г) трипсин.
3. В какой среде активны ферменты желудка: а) слабощелочной; б) кислой; в) нейтральной; г) щелочной?
4. Укажите фермент, который производят железы желудка: а) лизоцим; б) амилаза; в) пепсин; г) мальтаза.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ гигиенические требования по уходу за зубами и подготовьте памятку «Как ухаживать за зубами».

Решите задачу. За сутки в желудке выделяется 800 мл желудочного сока (σ = 1,056 $^{г}/_{см^3}$). Рассчитайте массу натрий хлорида, необходимого для образования хлоридной кислоты, которая содержится в желудочном соке (массовая доля хлоридной кислоты в желудочном соке – 0,5 %). Укажите правильный ответ: а) 6,8 г; б) 12,4 г; в) 24,5 г; г) 68 г.



Вместе со взрослыми выполните ***исследовательский практикум.*** Исследуйте **действие ферментов слюны на крахмал.**

Оборудование и материалы: два хорошо накрахмаленных лоскутка белой ткани, вата, спичка, раствор йода.
1. Лоскуток накрахмаленной белой ткани опустите в раствор йода.
2. На другом лоскутке накрахмаленной ткани спичкой, на конце которой накручена вата, смоченная слюной, напишите слово «амилаза» и также опустите его в раствор йода.
3. Сравните результаты опытов.

§ 10. ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ В КИШЕЧНИКЕ. ВЫВЕДЕНИЕ ИЗ ОРГАНИЗМА НЕПЕРЕВАРЕННЫХ ОСТАТКОВ ПИЩИ

Вспомните *из курса химии*, что такое фильтрация. Каково строение кишечника у млекопитающих?

Кишечник – следующий за желудком отдел пищеварительного канала. Он состоит из двух отделов – тонкого и толстого кишечника.

Каково строение и каковы функции тонкого кишечника? Частично переваренная в желудке пища, которую называют *химусом*, благодаря сокращению его мышц через сфинктер порциями поступает в следующий отдел пищеварительного канала – ***тонкий кишечник***. Именно в нем питательные вещества расщепляются окончательно и всасываются в кровь и лимфу. У взрослого человека длина тонкого кишечника составляет 5–6 м. Он делится на три последовательных отдела: *двенадцатиперстную, тощую* и *подвздошную кишки* (рис. 48).

Двенадцатиперстную кишку назвали так потому, что ее длина приблизительно равна толщине 12 составленных вместе пальцев (25–30 см). В нее открывается проток поджелудочной железы и общий желчный проток (рис. 49). И хотя пищевые массы задерживаются в этой кишке недолго, именно здесь на них действуют больше всего пищеварительных ферментов. Их количество зависит от состава пищи.

Поджелудочная железа длиной 12–15 см находится под желудком. Она производит пищеварительный сок, который через выводной проток попадает в двенадцатиперстную кишку. Пищеварительный сок поджелудочной железы имеет щелочную реакцию, выделяется только во время пищеварения. В его состав входят ферменты, способствующие расщеплению всех питательных веществ: ***трипсин*** и ***химотрипсин*** влияют на расщепление белков, ***липаза*** – жиров, ***амилаза*** расщепляет крахмал до глюкозы.

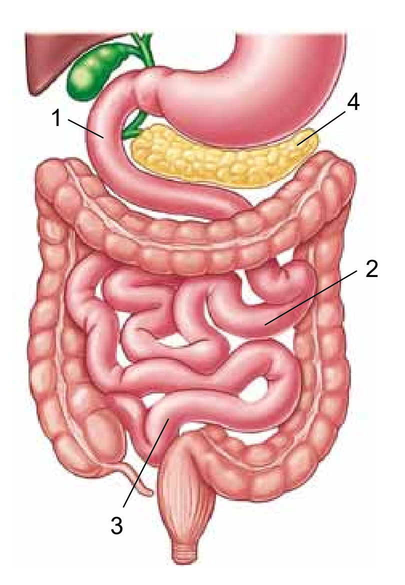


Рис. 48. Строение тонкого кишечника: 1 – двенадцатиперстная кишка; 2 – тощая кишка; 3 – подвздошная кишка; 4 – поджелудочная железа. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком, назовите особенности строения отделов тонкого кишечника*

Печень – наибольшая железа в организме человека (ее масса – 1,5–2 кг), расположена большей частью в правом подреберье, под диафрагмой. Возле печени имеется полый орган – ***желчный пузырь***, который общим желчным протоком соединяется с двенадцатиперстной кишкой (рис. 49). Печень выполняет следующие главные функции: секреторную, защитную, обменную, синтетическую, детоксикационную.

Секреторная функция печени заключается в образовании желчи. **Желчь** – это зеленовато-желтая, горьковатая на вкус вязкая жидкость,

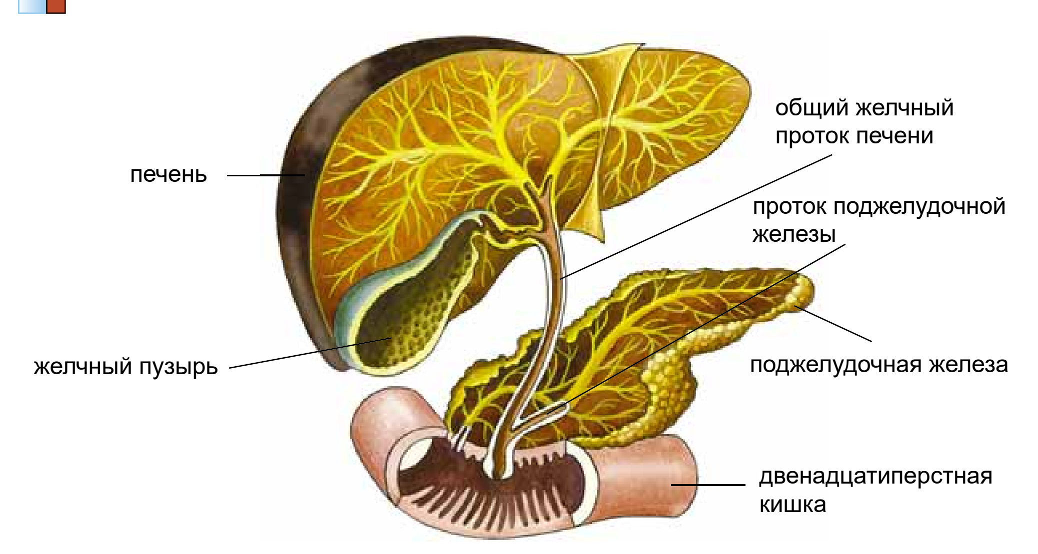


Рис. 49. Связь пищеварительных желез с двенадцатиперстной кишкой. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком, назовите железы, связанные с двенадцатиперстной кишкой; протоками, входящими в двенадцатиперстную кишку*

содержащая желчные кислоты и пигменты, липиды, минеральные соли и т. п. Под действием желчи жиры распадаются на микроскопические капельки (эмульгация жиров). В таком виде они лучше расщепляются ферментами. Кроме того, желчь активизирует действие некоторых ферментов поджелудочной железы (например, трипсина), а также усиливает двигательную активность кишок. Благодаря своим бактерицидным свойствам желчь угнетает гнилостные процессы в кишечнике. При отсутствии пищеварения желчь накапливается в желчном пузыре, а во время еды по желчному протоку из пузыря поступает в двенадцатиперстную кишку. За сутки у человека выделяется 500–700 мл желчи.

Печень играет важную *защитную* (*барьерную*) *функцию*. Кровь от кишечника и желудка по кровеносным сосудам попадает в печень через воротную вену. После прохождения через печень в этой крови преимущественно остаются вещества, необходимые организму, а вредные вещества и микроорганизмы обеззараживаются (*детоксикация*) и вместе с желчью через кишечник выводятся наружу.

Печень участвует *в обмене углеводов*, *белков*, *жиров и витаминов*, в *кроветворении*. В ней образуется белок гемоглобин (транспортирует кислород) и вещества, участвующие в свертывании крови, и те, которые предотвращают ее свертывание, а также некоторое количество витамина K.

Глюкоза, всасываясь из кишечника в кровь, превращается в печени в гликоген. При необходимости гликоген может расщепляться до глюкозы. (*Объясните, почему физиологи называют печень «химической лабораторией», «продуктовым составом» и «диспетчером организма»*.)

Как происходят процессы пищеварения в тонком кишечнике? Пищеварение в тонком кишечнике осуществляется в результате действия соков кишечника и поджелудочной железы, а также желчи. Как вы помните, в желудке среда имеет кислую реакцию, а в тонком кишечнике – щелочную.

Поэтому в двенадцатиперстной кишке нейтрализуется кислая среда пищевой массы, поступившей из желудка, и активизируются пищеварительные ферменты желудочного сока.

Стенки тонких кишок состоят из таких же слоев, что и желудок. В слизистой оболочке многочисленные секреторные клетки выделяют за сутки около 2 л **кишечного сока**. Это вязкая жидкость со слабощелочной реакцией, в которой содержатся ферменты (более 20). Они участвуют в процессе переваривания белковых молекул и их частей, жиров и углеводов. Кроме того, некоторые секреторные клетки продуцируют слизь, которая уменьшает трение пищевых масс об стенки кишечника и защищает сами стенки от действия пищеварительных ферментов.



Рис. 50. А.М. Уголев (1926–1991) – ученый-физиолог (родился в Днепропетровске)

Образованные в процессе пищеварения в тонком кишечнике вещества всасываются в кровь и лимфу. Всасывающая поверхность подвздошной и тощей кишок очень большая благодаря наличию ворсинок. Таким образом, в кишечнике осуществляется интенсивное пристеночное (мембранное) пищеварение.

В чем заключается пристеночное (мембранное) пищеварение? Пристеночное (мембранное) пищеварение открыл в 1958 г. физиолог украинского происхождения А.М. Уголев (рис. 50). В нем участвуют ферменты, находящиеся на внутренней поверхности кишечника. Слизистая оболочка кишечника образует огромное количество ***ворсинок*** (рис. 51). В их состав входят кровеносные и лимфатические сосуды, которые разветвляются на капилляры, а также мышцы и нервные волокна. Клетки каждой ворсинки

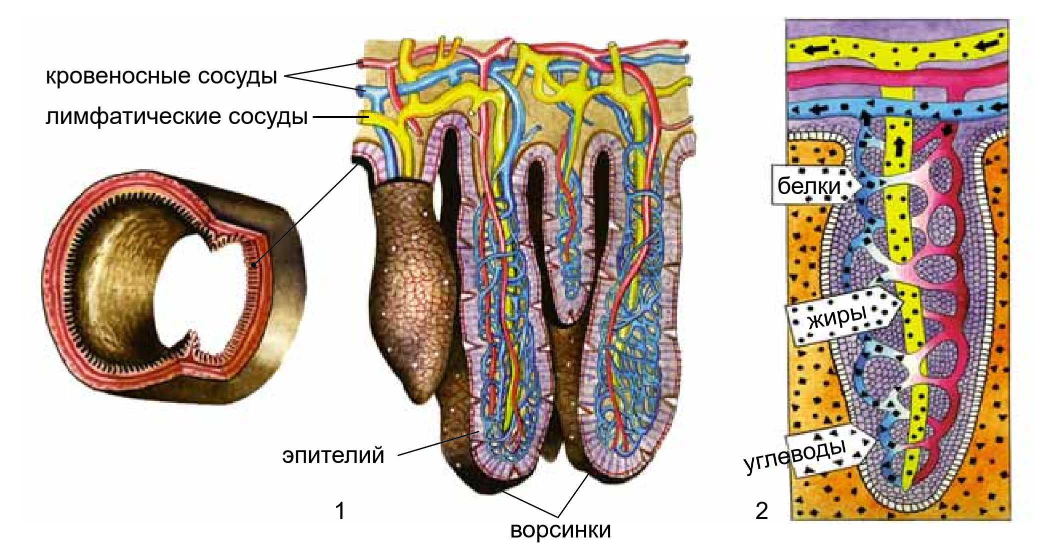


Рис. 51. 1. Строение ворсинок кишечника. 2. Схема всасывания питательных веществ ворсинками. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком и текстом, объясните особенности строения ворсинок кишечника и процесс всасывания ими питательных веществ*

имеют выросты мембраны – ***микроворсинки***. Их ферменты способствуют окончательному расщеплению липидов, углеводов и белков.

Таким образом, основная функция ворсинок – всасывание питательных веществ. Большое количество ворсинок (приблизительно 30 млн) почти в 1000 раз увеличивает всасывающую поверхность тонкого кишечника.

ЗАПОМНИТЕ! **Всасывание** – это сложный физиологический процесс проникновения воды и растворенных в ней органических веществ и минеральных солей в кровь и лимфу через клетки эпителия кишечника. В процессе всасывания важное значение имеют активная деятельность клеточных мембран кишечника, явления диффузии, фильтрации. При этом тратится энергия.

Переваривание пищи и всасывание питательных веществ завершается преимущественно в тонком кишечнике. Непереваренные остатки пищевой массы благодаря волнообразным (перистальтическим) сокращениям тонкого кишечника (рис. 52) поступают в толстый кишечник.

ЗАПОМНИТЕ! **Перистальтика** (с греч. *перистальтикос* – охватывающий, сжимающий) – волнообразные движения стенок желудка, кишечника, мочеточников вследствие сокращения их мышц, что обеспечивает перемещение содержимого этих органов.

Каково строение и каковы функции толстого кишечника? Начальный участок **толстого кишечника** – ***слепая кишка*** (рис. 53). От задней ее части отходит тонкий червеобразный отросток – ***аппендикс***, который непосредственного участия в процессах пищеварения не принимает. Слепая кишка переходит в ***ободочную***, которая с трех сторон охватывает брюшную полость. От нее берет начало ***сигмовидная*** кишка. Она продолжается ***прямой кишкой*** и заканчивается анальным отверстием.

В полости толстой кишки обитает огромное количество микроорганизмов (микрофлора кишечника). Их значение заключается в расщеплении части клетчатки, улучшении пищеварения и усвоении питательных веществ, образовании некоторых витаминов (в частности, K и группы B), предотвращении развития болезнетворных микроорганизмов.

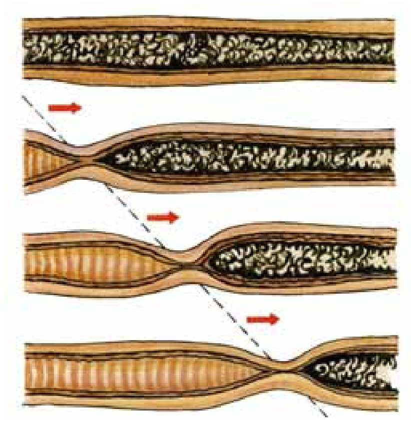


Рис. 52. Перистальтические движения стенок кишечника

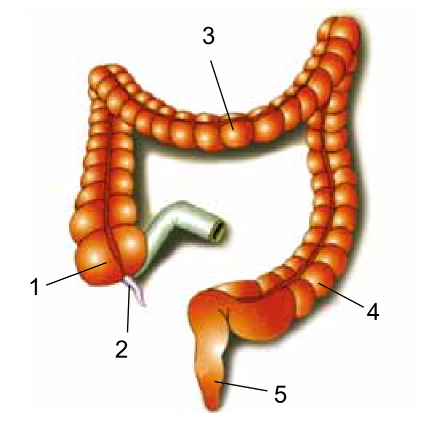
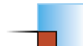


Рис. 53. Строение толстого кишечника: 1 – слепая кишка; 2 – аппендикс; 3 – ободочная кишка; 4 – сигмовидная кишка; 5 – прямая кишка



Здоровье человека. **Запомните!** Микрофлора кишечника очень чувствительна к действию антибиотиков, поэтому применять их нужно только по назначению врача.

Стенки толстого кишечника не имеют ворсинок. Клетки их слизистой оболочки выделяют сок, в котором мало ферментов, но много слизи. Она облегчает продвижение и удаление непереваренных остатков пищи. В толстом кишечнике преимущественно всасываются вода и минеральные вещества.

Из непереваренных остатков пищи формируются каловые массы, которые содержат вредные для организма вещества. Благодаря сокращениям мышц стенок толстого кишечника они продвигаются к прямой кишке, где накапливаются. Каловые массы периодически выводятся через анальное отверстие наружу. Выведение их из кишечника регулирует круговая мышца-зажим (сфинктер), расположенный в конечном отделе прямой кишки. Его деятельность находится под контролем сознания человека.

Продолжительность процессов пищеварения у человека зависит от состава пищи и функциональной активности органов кишечно-желудочного тракта (от одного до трех суток). При этом больше всего времени тратится на передвижение остатков пищи именно по толстому кишечнику (приблизительно 12 часов).

✿ *Ключевые термины и понятия*: **двенадцатиперстная кишка, поджелудочная железа, печень, желчь, пристеночное пищеварение, перистальтика, ворсинки, всасывание.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Кишечник состоит из тонкого и толстого отделов. В тонком кишечнике завершается расщепление питательных веществ, которые всасываются в кровь и лимфу. Большую роль в процессах пищеварения играет желчь, которая способствует расщеплению жиров, стимулирует активность ферментов и двигательную активность кишок. Питательные вещества всасываются благодаря активной деятельности клеточных мембран клеток эпителия кишечника, явлениям фильтрации и диффузии.
- В толстом кишечнике окончательно расщепляются вещества и синтезируются витамины K и группы B. В этих процессах участвуют разнообразные полезные для организма человека микроорганизмы (микрофлора кишечника).



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

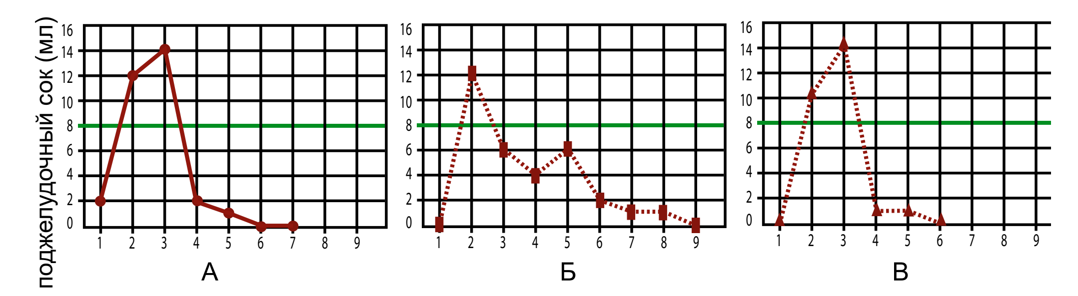
Ответьте на вопросы

1. Из каких частей состоит тонкий кишечник? 2. Какие функции осуществляет тонкий кишечник? 3. Какие вещества перевариваются в тонком кишечнике? 4. Какова роль поджелудочной железы в процессах пищеварения? 5. Каковы функции печени? 6. Какова роль желчи, поджелудочного и кишечного сока в пищеварении? 7. Какие вещества всасываются в тонком кишечнике? 8. Какое строение и функции ворсинок кишечника? 9. Из каких частей состоит толстый кишечник? 10. Каковы функции толстого кишечника? 11. Каковы вещества всасываются в толстом кишечнике? 12. Какова роль микроорганизмов в процессах пищеварения?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите орган, в который впадает проток поджелудочной железы: а) желудок; б) желчный пузырь; в) двенадцатиперстная кишка; г) печень.

2. Укажите правильную последовательность отделов, из которых состоит толстый кишечник: а) слепая, ободочная, сигмовидная и прямая кишки; б) ободочная, прямая, сигмовидная и слепая кишки; в) ободочная, сигмовидная, прямая и слепая кишки; г) прямая, сигмовидная, слепая и ободочная кишки.



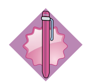
Работа с графиком. На трех графиках отображено выделение поджелудочного сока при употреблении: А – мяса, Б – хлеба, В – молока. Рассмотрите графики и установите зависимость между количеством выделенного поджелудочного сока (мл) и продолжительностью его выделения и видом пищи.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Сравните строение и функции тонкого и толстого кишечника. II группа. Сравните строение и функции печени и поджелудочной железы.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Почему большая часть воды всасывается в толстом кишечнике, а не выводится наружу вместе с калом? 2. Что способствует восстановлению нормальной микрофлоры кишечника в случае нарушения ее состава?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Подготовьте короткие сообщения и оформите их в виде компьютерной презентации: «Печень – важный орган в организме человека», «Поджелудочная железа и ее значение в процессах пищеварения».

§ 11. РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, какие различают виды регуляции. Что такое рефлекс? Какое строение головного мозга млекопитающих?

Какие существуют виды рефлексов? Вы уже знаете, что рефлекс – это реакция организма на раздражители, происходящая при участии нервной системы и под ее контролем. Рефлексы бывают безусловными (врожденными) и условными (приобретенными). **Безусловные рефлексы** – относительно постоянные, врожденные реакции организма на внутренние и внешние раздражители. Они одинаковы у всех людей. **Условные рефлексы** – приобретенные. Они образуются в процессе жизни на основе безусловных или образованных ранее условных под воздействием определенных факторов внешней среды. Условные рефлексы индивидуальны, поскольку у каждого человека формируются независимо от других.

Как регулируется слюноотделение? Как только пища попадает в ротовую полость, уже через несколько секунд начинает выделяться слюна. Понятно, что такая скорость обеспечивается рефлекторными механизмами. Пища в ротовой полости раздражает находящиеся на языке и в слизистой оболочке рта рецепторы (в первую очередь вкусовые). От них возбуждение по чувствительным нервным волокнам передается в соответствующий центр слюноотделения в головном мозге (рис. 54). Оттуда сигналы по нервам поступают к

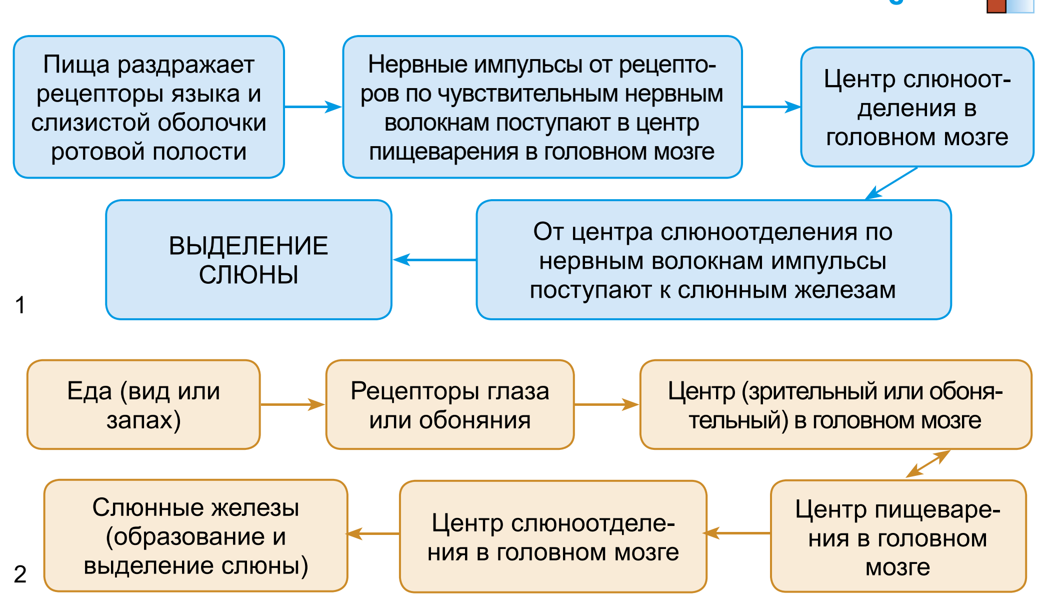


Рис. 54. Схемы, иллюстрирующие безусловно-рефлекторное (1) и условно-рефлекторное (2) выделение слюны. ***Задание.*** *Сравните обе схемы и объясните их*

слюнным железам, которые начинают выделять слюну. Это ***безусловно-рефлекторное слюноотделение*** (рис. 54, 1).

Количество и состав слюны полностью определяется составом пищи. Чем пища суше, тем больше выделяется слюны. Безусловно-рефлекторное слюноотделение продолжается до тех пор, пока пища находится в ротовой полости и раздражает рецепторы. Это врожденная реакция. Но слюна может выделяться также тогда, когда человек видит еду, чувствует ее запах и т. п. Это ***условно-рефлекторное слюноотделение*** (рис. 54, 2).

Раздражение рецепторов ротовой полости стимулирует не только выделение слюны, но и запускает секрецию желудочного сока. Благодаря этому желудок заранее готовится к принятию и перевариванию пищи.

Как регулируется глотание? Сложный рефлекторный процесс перехода пищи из ротовой полости через глотку в пищевод – глотание – происходит в следующей последовательности. Сформированный пищевой комок благодаря сокращениям мышц языка и щек перемещается на корень языка. До момента попадания пищи на корень языка этот процесс является произвольным (хочу – глотну, а не хочу – еще пожую). Как только пища попадает на корень языка и раздражает его рецепторы, нервные импульсы сразу подходят к центру глотания, расположенному в соответствующем отделе головного мозга, и проявляется рефлекс глотания. При этом сжимаются губы и челюсти, поднимается мягкое небо, и благодаря сокращениям мышц языка пищевой комок проталкивается в глотку. Последняя фаза акта глотания является непроизвольной.

Чтобы убедиться в рефлекторном характере глотания, сделайте минутную паузу в чтении этого параграфа. Отдыхая, проведите простой опыт. Попробуйте несколько раз подряд глотнуть только слюну. После 1–2 таких глотаний, как бы вы не пытались это сделать, у вас может не получиться. Нет слюны, а следовательно, нет раздражения корня языка – нет глотания. Убедились, отдохнули? Тогда читайте дальше.

Рефлекс глотания последовательно включает в себя несколько простых рефлексов и при определенных обстоятельствах может нарушаться. Такими обстоятельствами чаще всего являются разговоры во время еды, сухой или крупный пищевой комок. Дело в том, что и глотание, и речь связаны с дыхательной системой. Во время глотания дыхание задерживается, а надгортанник закрывает вход в дыхательные пути. Для того чтобы что-то сказать, напротив, дыхание должно быть активным. Такой конфликт часто приводит к тому, что в момент глотания надгортанник не закрывает вход в гортань и частицы пищи могут попадать в дыхательные пути. Это вызывает кашель и удушье, которое может быть достаточно опасным. Сильное раздражение участка корня языка большим пищевым комком может вызвать рвотный защитный рефлекс.

Как регулируется выделение желудочного сока? Образование и выделение желудочного сока также регулируются нервной системой и биологически активными веществами. Процесс выделения желудочного сока по механизмам его запуска можно поделить на три фазы – мозговую, желудочную и кишечную. **«Мозговая» фаза сокоотделения** вызывается как условно-рефлекторно во время раздражения рецепторов зрения, обоняния, слуха, видом и запахом еды или звуками, связанными с приемом пищи (стук тарелок, разговор или даже упоминание о чем-то вкусном и т. п.), так и безусловно-рефлекторно при раздражении рецепторов слизистой оболочки полости рта, глотки, пищевода в процессе жевания и глотания. Мозговую фазу еще называют ***сложнорефлекторной***.

Чем вкуснее еда, тем с большим аппетитом мы ее съедаем. Чем лучше аппетит, тем больше желудочного сока выделяется в «мозговую» фазу. Этот сок И.П. Павлов называл ***аппетитным соком***. Выделение аппетитного сока имеет исключительное значение, поскольку желудок готовится к перевариванию пищи еще до ее поступления.

Попав в желудок, пища механически и химически раздражает рецепторы его слизистой оболочки. Следствием этого становится рефлекторное усиление и продолжение выделения желудочного сока. **Желудочная фаза сокоотделения** обеспечивается не только за счет нервной системы. Вспомните: поступление пищи в желудок стимулирует секрецию железами слизистой оболочки гормона гастрина. Попав с кровью к железам слизистой оболочки желудка, гастрин резко усиливает выделение ими пепсина и хлоридной кислоты. Возбуждают желудочную секрецию также некоторые вещества, которые всасываются в кровь, в частности продукты переваривания белков, некоторые минеральные вещества, например натрий хлорид и т. п. Благодаря этому желудочную фазу соковыделения называют еще ***нейрогуморальной фазой***.

Кишечная фаза сокоотделения начинается с момента попадания пищевой кашицы в кишечник. Гормоны двенадцатиперстной кишки через кровь усиливают желудочную секрецию.

Выделение желудочного сока может не только усиливаться, но и подавляется. Сокоотделение в желудке угнетают неприятные запахи и неаппетитный вид еды, шум, боль и т. п. Если в желудок долго не попадает пища, то его мышцы начинают сокращаться, и возникает неприятное чувство голода, которое человек стремится как можно скорее утолить.

Как регулируется деятельность тонкого и толстого кишечника? Деятельность кишечника и его желез также регулируют нервная система и биологически активные вещества. В состоянии покоя во время еды нервные импульсы от головного мозга усиливают двигательную активность тонкого и толстого кишечника. В случае стресса, умственной нагрузки, напротив, нервная система подавляет деятельность кишечника. На деятельность кишечника влияют и некоторые биологически активные вещества (в частности, гормоны). Одни из них (например, гормон секреторных клеток слизистой оболочки желудка) стимулируют деятельность кишечника, другие (например, особый гормон поджелудочной железы), напротив, ее подавляют.

Вы уже знаете, что рефлекторно сок поджелудочной железы и желчь выделяются во время раздражения пищей рецепторов ротовой полости, глотки и желудка. Деятельность поджелудочной железы стимулируют и определенные биологически активные вещества, например гормон, образующийся в эндокринных клетках двенадцатиперстной кишки.

Во время еды нервные импульсы, поступившие от головного мозга, стимулируют желчеотделение (безусловный рефлекс). Усиливают выделение желчи жирная пища, мед, молоко, яичный желток, даже разговоры о еде (условнорефлекторное желчеотделение). Нервное напряжение негативно влияет на желчеобразование и желчеотделение. Гуморальная регуляция желчеотделения связана с деятельностью некоторых гормонов.

Опорожнение прямой кишки происходит рефлекторно при участии диафрагмы и мышц живота. Центр этого рефлекса расположен в спинном мозге, но его деятельность регулируется определенными отделами головного мозга.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **безусловные рефлексы, условные рефлексы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Различают безусловно-рефлекторное и условно-рефлекторное слюноотделение.
- Выделение желудочного сока регулируется рефлекторно при участии нервной системы и гуморально – с помощью биологически активных веществ, которые производятся желудочными железами.
- Желчеотделение также регулируется рефлекторно (нервной системой) и гуморально.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Как регулируется слюноотделение? 2. Как происходит глотание? 3. Как регулируется сокоотделение? 4. Как происходит нейрогуморальная регуляция деятельности кишечника?

Установите правильную последовательность безусловно-рефлекторного слюноотделения: а) нервные импульсы от рецепторов по чувствительным нервным волокнам поступают в соответствующий нервный центр; б) пища раздражает рецепторы языка и слизистой оболочки ротовой полости; в) центр слюноотделения; г) выделение слюны; д) от центра слюноотделения по двигательным нервным волокнам импульсы поступают к слюнным железам.

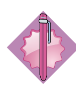
Установите правильную последовательность условно-рефлекторного слюноотделения: а) раздражение зрительных или обонятельных рецепторов; б) вид или запах пищи; в) центр (зрительный или обонятельный); г) центр слюноотделения; д) центр пищеварения; е) слюнные железы (выделение слюны).



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Процессы выделения желудочного сока и желчеотделения. Результаты обсуждения оформите в виде схем «Безусловно-рефлекторное сокоотделение», «Условно-рефлекторное сокоотделение», «Регуляция желчеотделения».



ПОДУМАЙТЕ. Почему, когда в желудок попадает пища, которая даже не переваривается (например, трава), в нем и ротовой полости чувство голода исчезает?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. С помощью разных источников информации и собственного опыта подготовьте мини-презентацию о факторах, способствующих сокоотделению и подавляющих этот процесс.

§ 12. ПИЩЕВЫЕ РАССТРОЙСТВА. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Вспомните, что такое вирусы. Какие существуют болезнетворные бактерии, одноклеточные животноподобные организмы, гельминты, грибы?

Известны разнообразные нарушения деятельности пищеварительной системы. В частности, вследствие расстройств жевания и процессов слюноотделения нарушается предварительная обработка пищи. Остатки пищи между зубами способствуют размножению микроорганизмов. Вы уже знаете, что опасным заболеванием зубов является *кариес*. Поэтому после еды нужно чистить зубы, особенно перед сном, полоскать рот теплой водой.

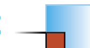
Нарушение жевания может быть следствием воспалительных процессов слизистой оболочки десен и рта – ***стоматита*** (от греч. *стома* – рот). Плохо пережеванная пища вызывает расстройства пищеварения в желудке, усиливает секрецию желудочного сока, раздражает его слизистую оболочку. Это приводит к воспалению слизистой оболочки желудка – ***гастритам*** (от греч. *гастер* – желудок) или появлению язв стенок желудка и двенадцатиперстной кишки.

Здоровье человека. Рациональное питание и здоровый образ жизни – надежные средства профилактики гастрита.

Несоблюдение режима питания является также причиной ***панкреатита*** (от греч. *панкреас* – поджелудочная железа) – воспаления поджелудочной железы. Воспаление червеобразного отростка слепой кишки – аппендикса (от лат. *аппендикс* – придаток) вызывает ***аппендицит***, который сопровождается острой болью справа внизу живота, повышением температуры тела, ознобом, тошнотой, рвотой.

ЗАПОМНИТЕ! Если появились подобные симптомы, немедленно вызовите «скорую помощь». До приезда врача можно приложить к месту боли пузырь со льдом. Никогда не грейте живот. Это может привести к разрыву аппендикса и воспалению брюшины.

Рвота – это рефлекторный акт удаления наружу содержимого желудка через пищевод. ***Отрыжка*** – выход из желудка воздуха, который попал в него при глотании вместе с пищей, или газов, образующихся в желудке при нарушении пищеварения.



В результате неправильного питания, лечения антибиотиками может возникнуть ***дисбактериоз*** (от лат. *дис* – префикс, который означает нарушение, расстройство, и *бактерия*) – изменение бактериальной микрофлоры организма, преимущественно кишечника. Характерным для этого заболевания является *метеоризм* (от греч. *метеоризмос* – вздутие) – вздутие живота из-за усиленного образования кишечных газов. Это снижает эффективность пищеварения, нарушает всасывание воды в толстом кишечнике, отравляет организм человека продуктами жизнедеятельности вредных микроорганизмов.

В случае нарушения режима питания, злоупотребления сухой (например, чипсы), жирной пищей (например, торты), при малоподвижном образе жизни с возрастом может возникнуть застой и сгущение желчи в желчном пузыре, что приводит к ***холециститу*** (от лат. *холе* – желчь, *цисту* – пузырь) – воспалению желчного пузыря. Следствием холецистита часто является ***желчнокаменная болезнь*** – образование в желчном пузыре камней. Камни из желчного пузыря могут попасть в желчевыводящий проток и закупорить его. При этом необходимо немедленное хирургическое вмешательство.

Заболевания желудочно-кишечного тракта возникают еще и вследствие разнообразных отравлений, проникновения инфекций.

Какие бывают пищевые отравления? Признаками пищевого отравления является боль в животе, рвота, понос, головная боль, головокружение. К группе ***бактериальных пищевых отравлений*** относятся заболевания, вызванные токсичным действием микроорганизмов, попавших в желудочно-кишечный тракт человека с продуктами питания в результате нарушения технологии производства и санитарных норм их хранения, перевозки. Среди таких пищевых отравлений самыми распространенными являются сальмонеллез, ботулизм, дизентерия, холера (*см. таблицу 4*).

Таблица 4

Заболевания желудочно-кишечного тракта бактериального происхождения

Заболевание	Возбудитель	Признаки	Источники инфекции
Сальмонеллез	Бактерия рода Сальмонелла	Отравление организма: токсикоз, желудочно-кишечные расстройства, повышение температуры	Больные и здоровые (бактерионосители) животные и люди, инфицированные еда (в основном мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты, яйца), вода
Ботулизм	Палочка ботулизма	Те же	Инфицированные мясные продукты, овощные и рыбные консервы, колбасы, соленая и копченая рыба. Очень опасны консервы домашнего приготовления из-за недостаточной их стерилизации
Дизентерия	Дизентерийная палочка	Те же	Инфицированные продукты (особенно молоко и вода), предметы больного
Холера	Холерный вибрион	Те же	Инфицированные сырая вода и продукты питания, а также грязные руки после контакта с больным, мухи

Здоровье человека. **Помните!** В большинстве случаев причиной распространения инфекционных заболеваний является нарушение элементарных правил гигиены питания и личной гигиены.



Рис. 55. С.П. Боткин (1832–1889)

Заболевания органов пищеварения, вызванные вирусной инфекцией. ***Болезнь Боткина***, или ***вирусный гепатит А*** (от греч. *гепар* – печень), – это острое инфекционное заболевание, при котором поражается преимущественно печень, возникает ее тяжелое воспаление. Человек заражается через загрязненные продукты питания, воду, домашние вещи, грязные руки. Переносчиками вируса гепатита являются также мухи. Через 40 дней с момента проникновения возбудителя в организм появляются первые признаки заболевания: боль в горле, слабость, тошнота, рвота, повышение температуры тела. Моча темнеет, а кал обесцвечивается, через несколько дней белки глаз и кожные покровы желтеют, поэтому заболевание еще называют *желтухой*. Это заболевание очень опасно, потому что приводит к гибели клеток печени и нарушению всех ее функций. Инфекционное происхождение вирусного гепатита А впервые доказал выдающийся русский терапевт и ученый С.П. Боткин (рис. 55).

Больных инфекционными болезнями госпитализируют, а помещение, где они находились, и их вещи обязательно дезинфицируют.

Какова опасность отравления грибами? Вы уже знаете, что грибы бывают съедобные и ядовитые (бледная поганка, мухомор красный, ложноопенки серно-желтые (рис. 56) и др.). Отравление грибами ежегодно забирает много человеческих жизней. На территории Украины растет свыше 25 видов смертельно ядовитых грибов. Признаки отравления появляются через 8–72 часа после их употребления. Это в первую очередь рвота, расстройство желудка, неуемная жажда из-за обезвоживания организма, судороги. При появлении таких симптомов следует немедленно вызвать «скорую помощь».

Здоровье человека. Оказывая первую медицинскую помощь при отравлении грибами, потерпевшему нужно промыть желудок, дать выпить не менее пяти стаканов воды; вызвать рвоту, удалив этим из организма недоброкачественную пищу, потом дать слабительные средства, напоить горячим чаем и вызвать врача.

На пищеварительную систему человека также негативно влияет употребление алкоголя и курение. Попадая в желудок, алкоголь раздражает его







Рис. 56. Ядовитые грибы: 1 – бледная поганка; 2 – мухомор красный; 3 – ложноопенки серно-желтые

слизистую, усиливая сокоотделение. Желудочный сок при этом содержит мало ферментов и много хлоридной кислоты. Поэтому длительное употребление алкогольных напитков приводит к гастритам. Всасываясь в кровь, алкоголь попадает в печень и разрушает ее клетки. Курение снижает обмен веществ и препятствует усвоению организмом витаминов.

Какие заболевания называют гельминтозами? Вместе с желудочно-кишечными инфекциями часто встречаются и ***гельминтозы.*** Их вызывают паразитические черви (*вспомните из курса биологии 7 класса жизненные циклы известных вам паразитических червей*). Гельминтозы приводят к истощению организма, малокровию. Продукты жизнедеятельности гельминтов влияют на нервную систему, органы кроветворения, пищеварения. Нарушается сон, аппетит, появляется головная боль, быстрая утомляемость.

Здоровье человека. Перед едой всегда нужно мыть руки с мылом; овощи и фрукты надо есть также хорошо вымытыми; пищу следует хранить закрытой, чтобы на нее не попадала пыль и не садились мухи; нельзя пить сырую воду; мясо и рыбу нужно хорошо термически обрабатывать.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **гастрит, панкреатит, аппендицит, холецистит, желчнокаменная болезнь, дисбактериоз.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Заболевания желудочно-кишечного тракта вызывают нарушение режима питания, некачественная пища, эмоциональные стрессы и т. п. Разные пищевые отравления, например грибами, консервами, могут привести к таким заболеваниям, как сальмонеллез, ботулизм, дизентерия, холера, болезнь Боткина, разные виды гельминтозов и т. п.
- Соблюдение здорового образа жизни, правил личной гигиены является профилактикой возникновения любых заболеваний.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Чем могут быть вызваны нарушения жевания и слюноотделения? Каковы их последствия? 2. Какие вы знаете нарушения работы желудка? Каковы их причины? 3. Вследствие чего может нарушаться работа кишечника? 4. Какие инфекционные заболевания органов пищеварения вам известны? Какова их профилактика? 5. Какие причины нарушения деятельности печени?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите причину вспышки холеры летом в санаторно-курортных зонах: а) употребление зараженной сырой воды; б) неустойчивость холерного вибриона; в) соблюдение правил гигиены; г) употребление качественных продуктов питания.
2. Укажите заболевание, вызванное вирусной инфекцией: а) ботулизм; б) дизентерия; в) болезнь Боткина; г) холера.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Болезни органов пищеварения, вызванные вирусной инфекцией. II группа. Болезни желудочно-кишечного тракта бактериального происхождения. III группа. Опасность отравления грибами. Объясните причины их возникновения и перечислите самые эффективные средства профилактики. Ответы оформите в виде памяток.



ПОДУМАЙТЕ. Почему нервные перенапряжения и стрессы негативно влияют на работу пищеварительной системы? Ответ обоснуйте.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите отдел пищеварительной системы, в котором начинает расщепляться крахмал: а) ротовая полость; б) желудок; в) двенадцатиперстная кишка; г) толстая кишка.

2. Укажите вещества, которые расщепляются под действием ферментов слюны: а) белки; б) жиры; в) углеводы; г) соль.

3. Укажите отдел пищеварительной системы, который имеет ворсинки: а) пищевод; б) желудок; в) тонкий кишечник; г) толстый кишечник.

4. Укажите составляющую зуба, которая выполняет функцию его питания: а) дентин; б) цемент; в) эмаль; г) пульпа.

5. Укажите орган, в котором вырабатывается желчь: а) желудок; б) двенадцатиперстная кишка; в) желчный пузырь; г) печень.

6. Выберите вещество, которое входит в состав слюны и способствует заживлению ран в ротовой полости: а) амилаза; б) мальтаза; в) лизоцим; г) муцин.

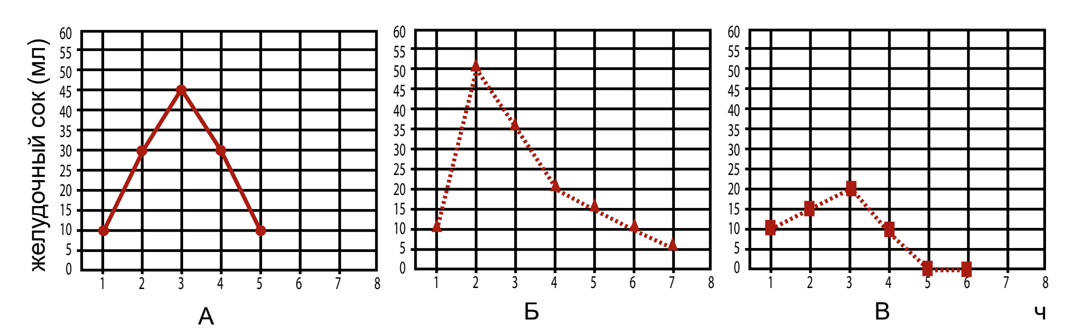
7. Назовите орган пищеварительной системы, в который пережеванную, смоченную и частично расщепленную пищу проталкивает язык: а) глотка; б) пищевод; в) желудок; г) двенадцатиперстная кишка.

8. Укажите среду, в которой действуют ферменты желудочного сока: а) слабощелочная; б) кислая; в) нейтральная; г) щелочная.

9. Укажите заболевание пищеварительной системы, вызванное вирусной инфекцией: а) ботулизм; б) болезнь Боткина; в) холера; г) дизентерия.

10. Функция желчи – это: а) расщепление жиров; б) расщепление белков; в) расщепление углеводов; г) эмульгация жиров.

11. ***Работа с графиком.*** Три графика отображают выделение желудочного сока при употреблении: А – мяса, Б – хлеба, В – молока.



Рассмотрите графики и объясните зависимость между выделенным желудочным соком и продолжительностью его секреции. Чем это объясняется? Какие продукты расщепления преобладают при употреблении мяса и хлеба?

12. Предположим, что утром вы на завтрак съели кашу с котлетой. В каких отделах пищеварительной системы и под воздействием каких веществ переварятся ее компоненты?

Тема 3

ДЫХАНИЕ

Атмосферный воздух невозможно увидеть или почувствовать, но без него человек не может прожить и 5 мин. Какая специальная система органов в организме человека обеспечивает процессы дыхания? Почему органы дыхания называют *воздушными воротами* в наш организм? Как защитить органы дыхания от вредных влияний внешней среды?



§ 13. ЗНАЧЕНИЕ ДЫХАНИЯ ДЛЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗМА. СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА, ЕЕ СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Вспомните, что происходит в процессе дыхания растений. Как дышат наземные позвоночные животные?

Каково значение дыхания? Вы уже знаете из предыдущих разделов биологии, что человек, как и наземные растения и животные, дышит атмосферным воздухом. Его запасы в организме человека должны постоянно пополняться, потому что они ограничены объемом легких.

Термин «дыхание» включает три разных, связанных друг с другом процесса: *легочную вентиляцию*, *обмен газов* между воздухом в легких и кровью и между кровью и другими тканями тела и *тканевое дыхание* – использование кислорода клетками для реакций высвобождения энергии. В результате этих процессов образуется углекислый газ, который выводится из организма. Легочная вентиляция – это механические процессы, обеспечивающие поступление воздуха в легкие и выведение его из легких через воздухоносные пути.

Процесс дыхания условно делят на внешнее и внутреннее. ***Внешнее дыхание*** – вентиляция легких (обмен газов между атмосферным воздухом и организмом), а ***внутреннее дыхание*** – обмен газов между кровью и тканями и использование кислорода клетками.

Следовательно, **дыхание** – это совокупность процессов, которые обеспечивают поступление в организм кислорода, использование его для окисления органических веществ (белков, жиров, углеводов), а также удаление из организма углекислого газа, образовавшегося в результате реакций окисления. Так осуществляется газообмен между организмом человека и окружающей средой.

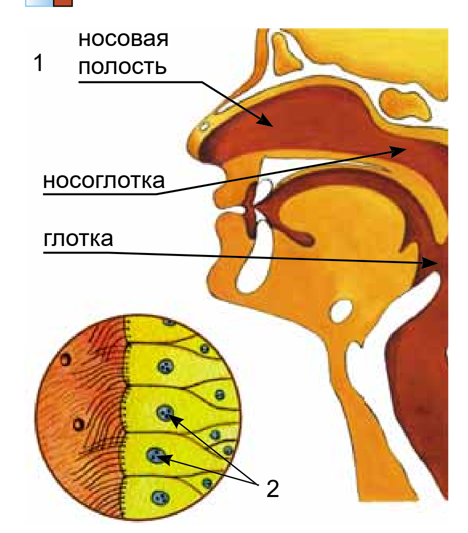


Рис. 57. 1. Строение верхних дыхательных путей. 2. Мерцательный, или реснитчатый, эпителий в дыхательных путях. ***Задание.*** *Рассмотрите рисунок и назовите составляющие верхних дыхательных путей*

Дыхательная система человека состоит из воздухоносных путей и легких. Воздухоносные пути – это система соединенных между собой полых органов, которыми движется вдыхаемый и выдыхаемый воздух. Воздухоносные дыхательные пути человека делят на верхние и нижние (рис. 57, 1).

Каково строение и каковы функции верхних дыхательных путей? Атмосферный воздух содержит много примесей (пыль, вредные вещества, микроорганизмы и т. п.), которые могут навредить организму человека. Поэтому перед тем, как попасть в легкие, воздух преодолевает один из защитных барьеров – верхние дыхательные пути. К **верхним дыхательным путям** относятся носовая полость, носоглотка и гортанная часть глотки (рис. 57, 1). Здесь воздух согревается, увлажняется, очищается, обезвреживаются болезнетворные организмы.

Носовая полость сообщается с глоткой. Эта часть глотки называется **носоглотка.** Стенки носовой полости покрыты мерцательным, или реснитчатым эпителием (рис. 57, 2), клетки которого выделяют ***слизь*** (*вспомните разновидности эпителия*). Он обволакивает пыль и прилипшие к ней микроорганизмы. Кроме того, слизь постоянно увлажняет стенки носовой полости, а следовательно, и воздух, проходящий через нее. Реснички мерцательного эпителия движутся резко и быстро в направлении ноздрей и плавно и медленно к носоглотке. Благодаря этому пыль и микроорганизмы, осевшие на слизистой оболочке, вместе со слизью, как на ленте конвейера, удаляются из дыхальних путей. Слизь также содержит вещества, обезвреживающие болезнетворные микроорганизмы.

Стенки носовой полости имеют густую сетку капилляров. Текущая по ней кровь согревает (если температура окружающей среды низкая) или охлаждает (если повышена) вдыхаемый воздух до температуры тела.

Здоровье человека. Дышать следует только через нос. При этом вдыхаемый воздух очищается от пыли, увлажняется, частично обеззараживается, в прохладную погоду согревается, а в жаркую – охлаждается. Дыхание ртом в холодное время года часто становится причиной простудных и других заболеваний.

В слизистой оболочке верхней части носовой полости находятся особые ***обонятельные рецепторы*** (чувствительные клетки), которые воспринимают разные запахи. Пыль или вещества с резким запахом, попав в носовую полость, раздражают эти рецепторы и проявляется защитный рефлекс – ***чихание***. Это резкий рефлекторный выдох через ноздри. Благодаря чиханию из носовой полости сильным потоком воздуха удаляется изли-

шек слизи с веществами-раздражителями и выводятся микроорганизмы. В носовую полость открывается носослезный канал.

ЗАПОМНИТЕ! Во время чихания рот и нос необходимо прикрывать салфеткой, чтобы не стать источником распространения болезнетворных вирусов и бактерий.

Из носовой полости воздух попадает в носоглотку, где находятся ***миндалины***. Они служат защитным барьером дыхательных путей. Из носоглотки воздух попадает в **глотку**, в которой пересекаются дыхательные и пищеварительные пути. От глотки начинаются две трубки: дыхательная (гортань) и пищеварительная (пищевод), расположенная позади гортани.

Каково строение и каковы функции нижних дыхательных путей? К **нижним дыхательным путям** относятся гортань, трахея и бронхи. **Гортань** имеет воронковидную форму. Ее стенки образованы несколькими хрящами, соединенными между собой мышцами и связками (рис. 58). Самый большой хрящ гортани – ***щитовидный***. Он состоит из двух пластинок, которые спереди соединяются между собой под углом. У мужчин, в отличие от женщин, этот угол достаточно острый, поэтому у них на шее хорошо заметен *кадык*, или, как его еще называют, *адамово яблоко*. В верхней части гортани расположен ***надгортанный хрящ***. Это пластинка листовидной формы, которая при глотании пищи закрывает вход в гортань, предотвращая попадание ее частичек в воздухоносные пути. Благодаря этому воздух попадает только в гортань, а пища – в пищевод.

Полость гортани устлана слизистой оболочкой и содержит рецепторы. При раздражении их частичками пищи, разными твердыми или жидкими веществами и газовыми смесями, а также вследствие воспалительных процессов возникает защитный дыхательный рефлекс – ***кашель***. Это резкий рефлекторный выдох через рот. Благодаря кашлю полость гортани очищается от посторонних частиц, защищая другие органы дыхания.

ЗАПОМНИТЕ! Во время еды не следует разговаривать, смеяться и делать резких движений. Это может привести к попаданию пищи в гортань, что повлечет за собой сильный кашель. Иногда попадание пищи в дыхательные пути может вызвать удушье.

Гортань – это особая часть воздухоносных путей. Кроме выполнения воздухоносной функции, она участвует в голосообразовании. В просвете гортани (в ее средней части) расположен голосовой аппарат, основу которого составляют ***голосовые связки*** и ***голосовые мышцы*** (рис. 59).

Голосовые связки образованы параллельно расположенными эластичными волок-



Рис. 58. Строение гортани. ***Задание.*** *Пользуясь текстом и рисунком, охарактеризуйте функцию надгортанного хряща*

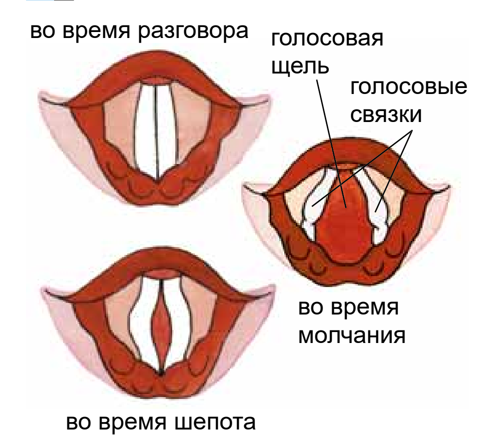


Рис. 59. Строение и расположение голосовых связок

нами, между которыми имеется ***голосовая щель***. В зависимости от степени натяжения голосовых связок ширина щели меняется. Когда через голосовую щель проходит выдыхаемый воздух, натянутые голосовые связки начинают колебаться, создавая звук (***голос***). Чем сильнее натянуты голосовые связки, тем выше образуемый звук. Громкость звука при этом определяется силой, с которой воздух выдыхается из легких. Когда человек молчит, голосовые связки расходятся, голосовая щель приобретает вид равнобедренного треугольника. Голосовые связки могут производить от 80 до 10 000 колебаний в секунду.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Высота голоса человека зависит от длины голосовых связок. У женщин голосовые связки короче, чем у мужчин, поэтому женский голос всегда более высокий. Оттенки голоса зависят от резонаторов, роль которых исполняют полости рта, носа, носоглотки, глотки.

В формировании разных звуков, а особенно звуков речи, участвуют язык, нёбо, губы, зубы, щеки, нижняя челюсть.

Голос человека меняется с возрастом, это связано с перестройкой голосового аппарата. Критическим для развития голосового аппарата является период полового созревания. В это время голос «ломается». Голосовой аппарат становится очень уязвимым к любому негативному влиянию.

ЗАПОМНИТЕ! Перенапряжение голосовых связок, а также воспалительные процессы в горле влияют на голос. Он может стать хриплым и глухим. Очень вредят голосовым связкам курение и употребление алкоголя. Если возникли проблемы с голосом или же он пропал, необходимо немедленно обратиться к врачу.

Из гортани воздух попадает в следующий отдел воздухоносных путей – трахею.

Трахея – дыхательная трубка, состоящая из хрящевых полуколец, соединенных между собой связками. Задняя стенка трахеи (где нет хрящевых полуколец) прилегает к пищеводу. Она образована неисчерченными (гладкими) мышцами. Такое строение трахеи не мешает прохождению пищи по пищеводу, а воздуха в легкие. При этом задняя стенка прогибается внутрь трахеи, и пища не застряет в пищеводе. Внутренняя поверхность трахеи устлана железистым и мерцательным эпителием. Их роль и значение такие же, как и эпителия носовой полости и гортани. Железистый эпителий выделяет слизь, которая увлажняет стенки трахеи, обезвреживает болезнетворные микроорганизмы, а мерцательный эпителий проталкивает слизь наружу.

В верхней части грудной полости трахея разветвляется на два бронха – правый и левый.

Бронхи – часть воздухоносных путей, которые, ответвляясь от трахеи, заходят в легкие. Они состоят из хрящевых колец, предотвращающих



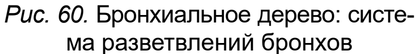


Рис. 60. Бронхиальное дерево: система разветвлений бронхов

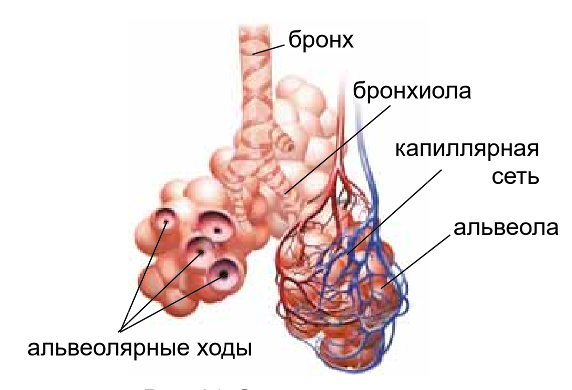


Рис. 61. Строение альвеол

закрытие их просвета. Внутренняя поверхность бронхов подобно стенкам всех отделов воздухоносных путей покрыта однослойным мерцательным (реснитчатым) эпителием. Заходя в легкие, бронхи многократно ветвятся на более мелкие бронхи, в конечном итоге переходя в мельчайшие трубочки, – ***бронхиолы***. Всю систему разветвления бронхов называют ***бронхиальным деревом*** (рис. 60).

Бронхиолы переходят в альвеолярные ходы, которые заканчиваются легочными пузырьками – ***альвеолами***. Их тонкие стенки покрыты густой сетью кровеносных капилляров (рис. 61). Стенки альвеол образованы однослойным эпителием, а их полость заполнена воздухом.

Каково строение и каковы функции легких? **Легкие** – парные органы. Правое легкое больше, чем левое, потому что левое легкое имеет углубление – так называемую сердечную вырезку. Правое легкое состоит из трех долей, а левое – из двух (рис. 62). Каждое легкое имеет конусовидную форму: суженную верхушку и расширенную основу, прилегающую к диафрагме. На внутренней (обратной к сердцу) поверхности обоих легких находятся ***ворота легких***, через которые нервы, бронхи и легочная артерия входят в легкое.

Снаружи каждое легкое покрыто тоненькой плотной соединительнотканной оболочкой – *легочной плеврой*. Она состоит из двух листков – внутреннего (*легочного*) и внешнего (*пристеночного*). Внутренний листок плевры укрывает само легкое со всех сторон и срастается с его поверхностью, а внешний листок срастается со стенками грудной полости.

Между внутренним и внешним листками плевры имеется щель – *плевральная полость*. Она содержит 1–2 мл жидкости, которая уменьшает трение листков между собой во время дыхательных движений. В полости плевры в норме никогда нет воздуха, а давление



Рис. 62. Легкие. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком, назовите составляющие дыхательной системы*

несколько ниже атмосферного. Это очень важно для нормальной работы легких, потому что способствует дыхательным движениям.

Как вы помните, мелкие разветвления бронхов продолжаются в узенькие трубки, на стенках которых имеются многочисленные легочные альвеолы. Альвеолы собраны в группы, напоминающие гроздья винограда. В легких взрослого человека около 500–700 млн альвеол. Благодаря этому общая площадь дыхательной поверхности легких составляет свыше 100 м^2, что в 50 раз превышает площадь поверхности тела человека. Поэтому кровь быстро забирает через их стенки кислород и отдает углекислый газ.

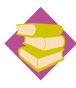
Кроме газообмена, легкие вместе с клетками крови участвуют в защитных реакциях организма, поскольку в ткани легких содержится большое количество особых клеток, способных обезвреживать болезнетворные микроорганизмы. Легкие обеспечивают также *выделительную функцию*. Через них удаляются наружу водяной пар и некоторые газообразные продукты обмена (например, углекислый газ).

✿ *Ключевые термины и понятия:* **внутреннее и внешнее дыхание, воздухоносные пути, носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легкие, альвеолы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Органы дыхания обеспечивают газообмен между организмом и внешней средой. Процессы дыхания делят на внешнее и внутреннее дыхание. Внешнее дыхание – это обмен газов между атмосферным воздухом и организмом, а внутреннее – обмен газов между кровью и тканями и использование кислорода клетками, вследствие чего выделяется энергия.
- Дыхательная система состоит из воздухоносных путей: верхних (носовая полость, носоглотка, глотка), нижних (гортань, трахея, бронхи) и легких. В легких через стенки альвеол происходит газообмен между воздухом и кровью.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое верхние и нижние дыхательные пути? 2. Каково строение носовой полости? Какие функции она выполняет? 3. Почему надо дышать через нос? 4. Каково строение и каковы функции гортани? 5. Как устроен голосовой аппарат человека? Почему нельзя перенапрягать голосовые связки? 7. Каково строение и каковы функции трахеи? 9. Что собой представляют бронхи и альвеолы?

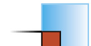
Выберите один правильный ответ

1. Выберите функции носовой полости: а) вдыхаемый воздух увлажняется; б) вдыхаемый воздух обогащается кислородом; в) вдыхаемый воздух обогащается углекислым газом; г) в носовой полости кровь обогащается кислородом.
2. Укажите орган, в котором пересекаются дыхательные и пищеварительные пути: а) носовая полость; б) глотка; в) гортань; г) бронхи.

Установите правильную последовательность прохождения воздуха по воздухоносным путям: а) глотка; б) носовая полость; в) трахея; г) гортань; д) бронхи.



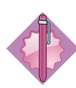
ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Какие особенности строения верхних дыхательных путей обеспечивают функции выделительную и защитную?



II группа. Какие особенности строения нижних дыхательных путей обеспечивают функции защитную, голосообразующую?



ПОДУМАЙТЕ. Почему в строении трахеи и бронхов преобладает хрящевая ткань?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Объясните приспособление органов пищеварения и дыхания, которое не позволяет пище попадать в гортань. Какие правила поведения во время еды нужно соблюдать во избежание попадания пищи в гортань?

§14. ПРОЦЕССЫ ГАЗООБМЕНА В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ

Вспомните строение кровеносной системы млекопитающих. Какие кровеносные сосуды называют венами, а какие – артериями? Какие вы знаете законы диффузии? Что такое гомеостаз?

Как происходит обмен газов в легких? Вы уже знаете, что основная функция легких – это обеспечение газообмена между атмосферным воздухом и кровью. При вдохе атмосферный воздух поступает в легкие и в альвеолах смешивается с воздухом, оставшимся в них после выдоха.

По артериям малого круга кровообращения венозная кровь попадает в легкие (*вспомните, какой путь проходит кровь по малому кругу кровообращения у млекопитающих*). В венозной крови содержится значительный процент углекислого газа. Через стенки капилляров и альвеол происходит газообмен между воздухом из альвеол (***альвеолярный воздух***) и кровью: кровь отдает углекислый газ и получает кислород, то есть превращается в артериальную. Артериальная кровь выходит из легких через легочные вены и направляется к сердцу.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: атмосферный воздух – это смесь разных газов, но основными его составляющими являются кислород, углекислый газ и азот. Каждый из них в этой газовой смеси составляет определенную часть, точно такую же часть составляет в общем атмосферном давлении. Измеряют эту часть давления в миллиметрах ртутного столба (сокращенно мм рт. ст.). Например, в воздухе 20,9 % кислорода. Давление этого газа в общем атмосферном – 153 мм рт. ст., потому что именно столько составляет 20,9 % от 760 мм рт. ст. (*вспомните, что такую величину имеет атмосферное давление при нормальных условиях, о чем мы узнаем из прогнозов погоды*). Концентрация газов в жидкостях характеризуется термином ***напряжение***. Он означает силу, с которой растворенный газ пытается оставить жидкость.

Во вдыхаемом воздухе кислорода значительно больше, чем в венозной крови. Поскольку давление кислорода в альвеолярном воздухе выше (102 мм рт. ст.), чем в венозной крови (40 мм рт. ст.), то по закону диффузии кислород из альвеолярного воздуха проникает сквозь стенки альвеол и стенки капилляров в кровь.

Диффузия – это проникновение газообразного или растворенного вещества в другое через проницаемую для них перегородку (например, клеточную мембрану) при наличии разницы давления или напряжения между ними. Направление и скорость диффузии определяются парциальным давлением.

Углекислый газ переходит в альвеолярный воздух благодаря разнице между его напряжением в венозной крови (47 мм рт. ст.) и давлением в альвеолярном воздухе (40 мм рт. ст.). Как видим, эта разница незначительна, однако поскольку скорость диффузии углекислого газа из крови приблизительно в 25 раз больше, чем кислорода, то и этого достаточно для перехода углекислого газа из крови в альвеолярный воздух.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Чтобы представить масштабы газообмена, происходящего в легких, следует помнить, что за сутки у каждого человека при условии покоя из альвеолярного воздуха в кровь поступает около 500 л кислорода, а с выдыхаемым воздухом выделяется около 450 л углекислого газа. Понятно, что при напряженной деятельности организма эти показатели резко возрастают.

Таким образом, благодаря интенсивному обмену газов в легких состав альвеолярного воздуха постоянный.

Как происходит газообмен в тканях? Обогащенная кислородом артериальная кровь по большому кругу кровообращения от сердца поступает в капилляры всех тканей. Там артериальная кровь превращается в венозную (лишенную кислорода и обогащенную углекислым газом). Она возвращается в сердце, а оттуда – в легкие. Такое перемещение газов в результате кровообращения называется ***транспорт газов кровью***. Значительная часть кислорода и углекислого газа переносится в химически связанном состоянии с белком гемоглобином, который содержится в эритроцитах (1 г гемоглобина связывает 1,34 мл кислорода). Кровь приносит к тканям кислород в виде окисленного гемоглобина (оксигемоглобина HbO_2) – неустойчивого соединения, которое легко распадается и высвобождает кислород (рис. 63).

Газообмен в тканях также происходит по основному закону диффузии. В артериальной крови капилляров содержание кислорода выше, чем в клетках. Благодаря диффузии кислород сквозь стенки капилляров легко проходит в тканевую жидкость, из которой проникает в клетки. Там он сразу вступает в реакции окисления органических веществ (белков, жиров, углеводов).

Вследствие процессов окисления в клетках увеличивается содержание углекислого газа. Он также благодаря диффузии из клеток через тканевую жидкость поступает в капилляры, в которых часть (около 25 %) углекислого газа связывается с гемоглобином, образуя неустойчивое соединение (*карбгемоглобин*).

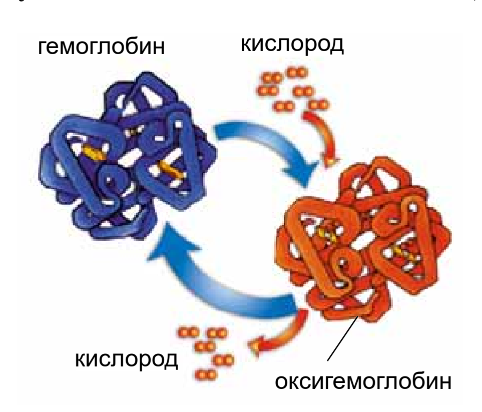
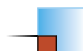


Рис. 63. Молекула гемоглобина способна присоединять и отдавать кислород

Так артериальная кровь превращается в венозную, которая по венам большого круга кровообращения поступает в сердце, а оттуда – в легкие. В легких карбгемоглобин распадается, углекислый газ высвобождается и выводится из организма.

Остальной (около 75 %) углекислый газ растворяется в плазме крови, образуя карбонатную кислоту (H_2CO_3).



Изменяется ли состав воздуха в легких? Вспомните состав атмосферного воздуха (*таблица 5*). Именно такой состав ***вдыхаемого воздуха***, поступающего в наш организм. Благодаря изменениям частоты и глубины дыхания в альвеолах поддерживается относительно стабильный состав газов. Воздух, который выдыхается, называют ***выдыхаемым***. Его состав по сравнению с вдыхаемым иной: количество кислорода в нем снижается, а углекислого газа увеличивается (*см. таблицу 5*).

Таблица 5

Состав атмосферного воздуха и воздуха после выдоха

Воздух	Содержание газов (%)		
	кислород	углекислый газ	азот, вода, инертные газы
Вдыхаемый (атмосферный)	21,00	0,03	79,03
Альвеолярный	14,40	5,20	80,60
Выдыхаемый	16,30	4,00	79,70

Задание. *Сравните состав вдыхаемого и альвеолярного; вдыхаемого и выдыхаемого воздуха; выдыхаемого и альвеолярного. Объясните, почему изменяется в них содержание разных компонентов. За счет чего поддерживается относительно постоянный состав альвеолярного воздуха? Какое это имеет значение для организма?*

Чистота атмосферного воздуха имеет важное значение для здоровья человека. В связи с развитием промышленности и транспорта атмосферный воздух загрязняется. Загрязнителем воздуха является также табачный дым.

Здоровье человека. Не загрязняйте свои органы дыхания табачным дымом. Для насыщения органов дыхания кислородом чаще гуляйте на свежем воздухе: в лесу, скверах, парке и т. п. Если приходится некоторое время находиться в запыленном помещении, защищайте свои органы дыхания с помощью респираторов.

Дыхание зависит от парциального давления кислорода в атмосфере. Это хорошо знают альпинисты и аквалангисты. Альпинисты, поднимаясь на горные вершины, ощущают изменения в самочувствии: дыхание становится поверхностным, периодически прерывается; из-за уменьшения концентрации кислорода в крови появляется потребность дышать чаще. Так возникает гипоксия (кислородное голодание), которая сопровождается удушьем. Возможно кровотечение из носа, головокружение, тошнота, сердечная недостаточность и т. п. Это признаки ***горной (высотной) болезни***.

Аквалангисты, опускаясь на каждые 10 м в глубину, чувствуют изменение давления среды, которое возрастает на 1 атм. Также меняется их самочувствие: в крови и тканях увеличивается парциальное давление кислорода и растворяется азот. Последствиями отравления кислородом являются судороги, галлюцинации. Чтобы этого не произошло, нужно азот в газовой смеси заменить гелием и уменьшить концентрацию кислорода. Если аквалангиста поднять быстро, азот «закипает» (его пузырьки закупоривают сосуды и разрывают ткани) и наступает паралич рук и ног, общая слабость. Поэтому аквалангиста следует поднимать с глубины медленно. В таких условиях излишек газа выводится без образования пузырьков.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **газообмен, вдыхаемый, альвеолярный и выдыхаемый воздух.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Дыхание – совокупность процессов, которые обеспечивают поступление в организм кислорода, окисление органических соединений с высвобождением необходимой для жизнедеятельности энергии, выведение из организма углекислого газа. Оно происходит с помощью диффузии газов из атмосферного воздуха в кровь, транспорта их кровью и газообмена в тканях. Выдыхаемый воздух содержит гораздо меньше кислорода и значительно больше углекислого газа, чем атмосферный.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково значение дыхания для обеспечения процессов жизнедеятельности организма? 2. Чем отличаются содержание кислорода и углекислого газа в артериальной и венозной крови? 3. Благодаря чему кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь? 4. Как отличается состав газов в вдыхаемом и выдыхаемом воздухе?

Выберите один правильный ответ

1. Определите, где более высокое содержание кислорода: а) во вдыхаемом воздухе; б) в выдыхаемом воздухе; в) в альвеолярном воздухе.
2. Определите процент углекислого газа, который способен связывать гемоглобин: а) 10 %; б) 25 %; в) 45 %; г) 75 %.

Установите правильную последовательность процессов, при которых кровь насыщается кислородом: а) человек вдыхает атмосферный воздух; б) кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь; в) в легких атмосферный воздух смешивается с альвеолярным; г) воздух по воздухоносным путям попадает в альвеолы; д) кислород связывается с гемоглобином, и кровь становится артериальной.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте основные этапы газообмена в организме человека. Сравните состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха. Объясните значение соблюдения чистоты воздуха.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Почему в воздухе альвеол кислорода всегда меньше, чем в атмосфере? 2. Объясните значение проветривания классных комнат после каждого урока.

§ 15. ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ. НЕЙРОГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦІЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Вспомните *из курса физики* зависимость объема полостей от давления. Что такое диафрагма? Какое строение головного мозга млекопитающих?

Вы уже знаете, что основной функцией легких является обмен газов между воздухом альвеол и кровью. Газообмен в легких возможен благодаря дыхательным движениям – вдоху и выдоху, которые вместе составляют ***дыхательный цикл***.

Как осуществляются дыхательные движения? Легкие не имеют собственных мышц, поэтому вдох и выдох осуществляются за счет ***дыхательных движений:*** сокращения или расслабления дыхательных мышц, меняющих объем грудной полости (рис. 64). В дыхательных движенях в первую очередь участвуют межреберные мышцы и диафрагма, в меньшей степени – некоторые мышцы плечевого пояса, шеи, спины и брюшного

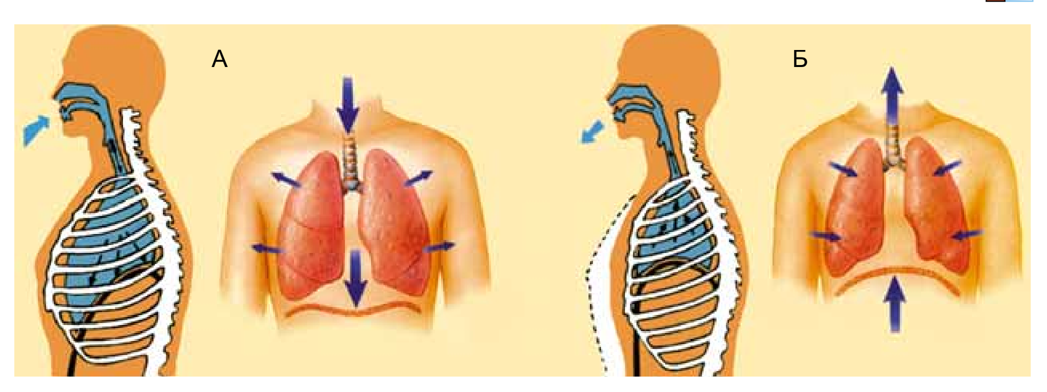


Рис. 64. Дыхательные движения: А – во время вдоха; Б – во время выдоха. ***Задание.*** *Объясните, что происходит с легкими, диафрагмой и грудной клеткой во время вдоха и выдоха*

пресса. Поскольку давление в плевральной полости меньше, чем давление в легких, легкие повторяют форму грудной полости, которая изменяется в результате движений диафрагмы.

При вдохе сокращаются ***внешние межреберные мышцы***. Они поднимают ребра и отводят их в сторону. Сокращения мышц диафрагмы меняют ее форму из сводчатой на плоскую. За счет этого объем грудной полости увеличивается и давление в легких становится ниже атмосферного. Как результат – воздух поступает через воздухоносные пути в альвеолы.

В состоянии покоя выдох происходит пассивно вследствие расслабления внешних межреберных мышц и мышц диафрагмы. При этом ребра опускаются за счет собственного веса. Диафрагму оттесняют вверх эластичные внутренние органы брюшной полости, которые в свою очередь были оттеснены вниз во время вдоха. Во время ***глубокого (активного) выдоха***, кроме расслабления внешних межреберных мышц и мышц диафрагмы, сокращаются ***внутренние межреберные мышцы*** и мышцы брюшного пресса. Внутренние межреберные мышцы активно опускают ребра, а мышцы брюшного пресса, сокращаясь, оттесняют диафрагму вверх. При этом объем грудной полости значительно уменьшается, давление в ней становится выше атмосферного, и воздух выдавливается из легких в воздухоносные пути, а оттуда – наружу.

В состоянии покоя человек делает 16–20 дыхательных движений в минуту. Во время занятий спортом, тяжелого физического труда, а также при некоторых заболеваниях частота дыхательных движений значительно возрастает. Для количественной оценки функционального состояния легких человека измеряют так называемые **легочные объемы**.

Что такое легочные объемы и жизненная емкость легких? Во время каждого дыхательного цикла воздух в легких обновляется. Этот процесс называют ***легочной вентиляцией***. Количественным ее показателем является ***минутный объем дыхания*** – объем воздуха, который вдыхается и выдыхается в минуту. Его рассчитывают как произведение объема воздуха, вдыхаемого за один раз, на число дыхательных движений в минуту. В состоянии покоя у взрослого человека минутный объем составляет приблизительно 7 л, а при усиленной работе может достигать 50–160 л.

Для характеристики легочной вентиляции в состоянии покоя используют такой показатель, как ***дыхательный объем***. Это количество воздуха, которое вдыхает и выдыхает человек в состоянии покоя. В среднем он составляет 0,5 л. Из этого количества только приблизительно 0,35 л воздуха попадает в альвеолы, а 0,15 л задерживается в полостях воздухоносных путей (носа, носоглотки, гортани, трахеи, бронхов) и в газообмене не участвует.

После любого спокойного вдоха человек способен дополнительно вдохнуть (глубокий вдох) еще 1–2 л воздуха. Такой дополнительно поступивший воздух называют ***резервным объемом вдоха***. Также после обычного выдоха можно дополнительно выдохнуть еще приблизительно 1,5 л воздуха. Его называют ***резервным объемом выдоха***. Важнейшим показателем, наиболее полно характеризующим состояние дыхательной системы человека, является количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. Именно его называют ***жизненной емкостью легких***.

Таким образом, жизненная емкость легких – это сумма дыхательного объема и резервных объемов вдоха и выдоха. У мужчин этот показатель колеблется в пределах 3,5–5 л, у женщин – 3–3,5 л. У тренированных людей он может увеличиваться до 6–7 л. Вот почему у них не возникает одышки во время физических нагрузок. Большое количество воздуха, которое поступает при вдохе в легкие, способно полностью обеспечить организм кислородом. У нетренированных людей при физической нагрузке повышенные потребности в кислороде обеспечиваются в основном за счет увеличения частоты дыхания.

Жизненную емкость легких человека определяют с помощью специального прибора – ***спирометра*** (рис. 65).

Следует помнить, что даже после максимального выдоха в легких остается еще 1–1,5 л воздуха (***остаточный объем***). Это связано с тем, что легкие полностью никогда не спадаются, потому что в плевральной полости даже во время максимального выдоха давление остается ниже атмосферного.

Жизненная емкость легких и остаточный объем в сумме составляют ***общую емкость легких*** – количество воздуха, которое содержится в легких после максимального вдоха (рис. 66).



Рис. 65. Спирометр: прибор, с помощью которого определяют жизненную емкость легких человека

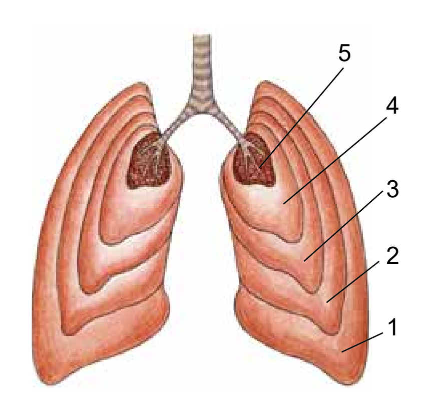
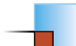


Рис. 66. Общая емкость легких: 1 – глубокий вдох; 2 – спокойный вдох; 3 – спокойный выдох; 4 – глубокий выдох; 5 – остаточный объем



Здоровье человека. Жизненная емкость легких – один из основных показателей физического развития человека, которое зависит от состояния дыхательных мышц. Чтобы увеличить жизненную емкость легких, необходимо ежедневно тренировать дыхательные мышцы и всю скелетную мускулатуру. Во время мышечной работы вентиляция легких повышается не только от ускорения частоты дыхательных движений, но и вследствие увеличения их глубины.

Как происходит нервная регуляция дыхания? Вдох и выдох, как мы уже знаем, обеспечиваются сокращением и расслаблением дыхательных мышц в ответ на нервные импульсы, поступающие от нервных центров спинного мозга. В свою очередь активность этих центров контролируется нейронами, расположенными в ***дыхательном центре*** (находящемся в одном из отделов головного мозга человека – продолговатом мозге), и нейронами, расположенными в коре полушарий головного мозга. Деятельность дыхательного центра обеспечивает автоматические дыхательные движения. Дыхательный центр работает даже тогда, когда мы спим. Благодаря влиянию нервных центров, расположенных в коре головного мозга, человек способен произвольно руководить дыхательными движениями.

Дыхательный центр обеспечивает ритмичную деятельность дыхательных мышц за счет взаимодействия между собой скоплений двух типов нейронов: ***нейронов вдоха*** и ***нейронов выдоха***. Их еще называют *центрами вдоха* и *выдоха*. Нейроны вдоха возбуждаются перед началом вдоха, а нейроны выдоха – перед началом выдоха (*см. таблицу 6*).

Таблица 6

Состояние органов и изменения в них во время вдоха и выдоха

Состояние органов	Вдох	Выдох
Головной мозг	Центр вдоха возбуждается (возбуждение через спинной мозг поступает к межреберным мышцам и диафрагме), центр выдоха тормозится	Центр вдоха тормозится, а центр выдоха возбуждается и «дает команду» межреберным мышцам и диафрагме
Внешние межреберные дыхательные мышцы	Сокращаются и поднимают ребра и грудную клетку вверх	Расслабляются, ребра и грудная клетка опускаются книзу
Диафрагма	Купол диафрагмы опускается книзу	Купол диафрагмы поднимается кверху
Объем грудной полости	Увеличивается	Уменьшается
Легкие	Растягиваются	Спадаются
Результат. Давление в грудной полости, легких, альвеолах и бронхах	Уменьшается по сравнению с атмосферным. Легкие заполняются воздухом	Увеличивается по сравнению с атмосферным. Воздух выталкивается из альвеол и легких и выводится по воздухоносным путям наружу

Задание. *Пользуясь таблицей 6, объясните состояние органов и изменения в них во время вдоха и выдоха.*

Дыхательные движения регулируются также благодаря рецепторам, расположенным в самих легких. Эти рецепторы возбуждаются во время вдоха.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! К возбуждению и торможению дыхательного центра, и соответственно ускорению или замедлению дыхания и даже его остановке, могут привести импульсы, поступившие от разных органов чувств, а также от внутренних органов. Нарушение функций этих органов, например их воспаление, может сопровождаться изменением ритма и глубины дыхания. Повышенная температура и боль увеличивают частоту дыхания. Кроме того, на дыхательный центр влияют также эмоции – радость, страх и т. п.

Активность дыхательного центра в значительной степени определяется раздражением рецепторов, контролирующих химический состав крови – содержание газов в крови. Таким образом, кроме нервной, существует и гуморальная регуляция процессов дыхания.

Как происходит гуморальная регуляция процессов дыхания? Основной функцией деятельности дыхательной системы является обеспечение организма кислородом, однако гуморальная регуляция дыхания преимущественно основывается на изменениях содержания в крови углекислого газа. Увеличение в крови количества углекислого газа активизирует рецепторы, расположенные в стенке сосудов, питающих мозг. Следствием такого раздражения является усиление активности дыхательного центра продолговатого мозга и соответственно увеличение частоты и глубины дыхания.

Повышение концентрации углекислого газа в крови, поступающей в головной мозг, способно возбуждать дыхательный центр непосредственно. Это тоже увеличивает частоту и глубину дыхания до тех пор, пока концентрация углекислого газа не снизится до нормы. Так, на уроках физкультуры, выполняя определенные физические упражнения, вы чувствуете, как увеличивается частота и глубина дыхания. Это происходит потому, что во время физических нагрузок усиливается работа скелетных мышц, вызывая процессы окисления в их клетках, а соответственно и увеличение углекислого газа в крови. Кровь с избытком углекислого газа поступает к дыхательному центру и вызывает его возбуждение, которое передается к дыхательным мышцам. Человек начинает дышать глубже. Это обуславливает выведение углекислого газа и пополнение содержания кислорода (рис. 67).

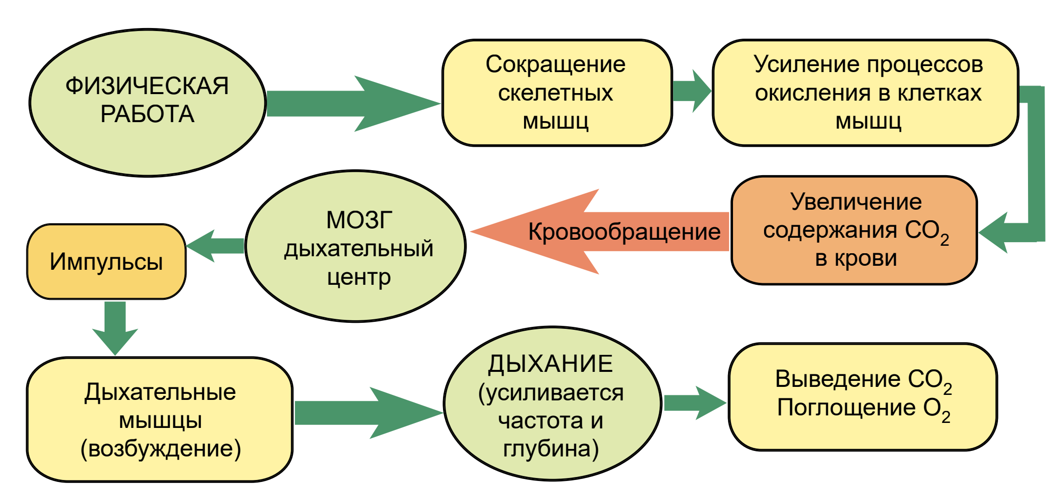
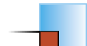


Рис. 67. Регуляция дыхательных движений. ***Задание.*** *Объясните, как изменяются дыхательные движения во время бега*



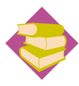
Дыхательный центр также возбуждает гормон *адреналин*, который вырабатывают железы внутренней секреции – надпочечники (детальнее о деятельности эндокринной системы вы узнаете в § 55). Поскольку этот гормон усиленно выделяется при любом волнении, то понятно, почему именно при таких условиях мы дышим глубоко и часто.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **вдох, выдох, дыхательный центр, жизненная емкость легких.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Благодаря дыхательным движениям (вдох и выдох) воздух в легких постоянно обновляется. Дыхательные движения регулирует дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозге. Его деятельность пребывает под контролем полушарий большого мозга. Частота и глубина дыхательных движений зависит от концентрации углекислого газа в крови.
- Вентиляцию легких обеспечивают дыхательные движения, которые в состоянии покоя вызывают сокращение и расслабление межреберных мышц и мышц диафрагмы, а при условиях физического напряжения – и других мышц.
- Дыхательный цикл состоит из последовательных фаз вдоха и выдоха, во время которых изменяется объем грудной полости.
- Жизненная емкость легких – количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха, – является показателем физического развития человека.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое дыхательный цикл? Из каких фаз он состоит? 2. Каков механизм вдоха и выдоха? 3. Сколько дыхательных движений осуществляет человек в спокойном состоянии в минуту? 4. Где находится дыхательный центр? 5. В чем заключается рефлекторный принцип работы дыхательного центра? 6. Благодаря чему человек может сознательно управлять дыхательными движениями? 7. Как осуществляется гуморальная регуляция процессов дыхания?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите мышцы, которые обеспечивают глубокий выдох: а) внешние межреберные мышцы; б) внутренние межреберные мышцы; в) мышцы диафрагмы; г) мышцы шеи.
2. Укажите, как называют количество воздуха, которое человек может вдохнуть после спокойного вдоха: а) дыхательный объем; б) резервный объем вдоха; в) дополнительный объем; г) жизненная емкость легких.
3. Укажите, как называют максимальное количество воздуха, которое человек может выдохнуть после глубокого вдоха: а) резервный объем выдоха; б) дополнительный объем выдоха; в) дыхательный объем; г) жизненная емкость легких.

Решите задачу. Сколько воздуха (л) использует для дыхания класс из 35 учеников за 45 мин урока, если один ученик в среднем делает 16 вдохов в минуту по 500 мл воздуха? Выберите правильный ответ: а) 126; б) 1260; в) 12 600; г) 126 000.

Установите правильную последовательность процесса вдоха: а) легкие растягиваются и заполняются воздухом; б) объем грудной полости увеличивается; в) диафрагма опускается книзу; г) внешние межреберные мышцы сокращаются; д) ребра поднимаются.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Пользуясь рисунком 67, объясните регуляцию дыхательных движений.

§16. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

Вспомните *из курса основ здоровья*, какие вы знаете болезнетворные бактерии. Что такое туберкулез (чахотка)? Каковы причины его возникновения, меры профилактики?

Поражение воздухоносных путей и легких приводит к нарушению процессов дыхания. Вдыхание химических веществ с резким запахом, дыма, пыли, очень холодного или слишком горячего воздуха может вызвать воспаление слизистой оболочки носоглотки, глотки, трахеи и т. п. Она отекает, выделяется много слизи. Однако чаще всего воспаление слизистых оболочек разных частей воздухоносных путей и легких вызывают инфекционные заболевания.

Какие существуют инфекционные заболевания органов дыхания? Болезнетворные вирусы и бактерии могут поражать любую часть дыхательных путей. Воспаление слизистой оболочки носа называют ***насморком***, или ***ринитом***, глотки – ***фарингитом***, гортани – ***ларингитом***, трахеи – ***трахеитом***.

Бронхит – воспаление бронхов с преобладающим поражением слизистой оболочки. Характерны кашель (при остром бронхите длительный), чаще с выделением слизистой или слизисто-гнойноймокроты, одышка, боль в груди, повышение температуры.

Воспаление плевры – ***плеврит*** – возникает при попадании возбудителей инфекции в плевральную полость. Любое повреждение плевры сопровождается потерей герметичности плевральной полости. Листки плевры – внешний и внутренний – спадаются и даже могут срастаться между собой. Это значительно усложняет поступление воздуха в легкие.

Воспаление легких называется ***пневмонией***. Это очень опасное инфекционное заболевание. Причиной его возникновения чаще всего является переохлаждение или осложнение после бронхита и гриппа.

Грипп – острое инфекционное заболевание, которое вызывают вирусы нескольких разновидностей. После того как человек переболел гриппом, у него появляется невосприимчивость к этой разновидности вируса гриппа. Но другие разновидности, которые еще не поражали этого человека, способны вызывать заболевание. Именно этим вызваны повторные заболевания гриппом.

Источником распространения вирусов гриппа является больной человек. Основной путь заражения – воздушно-капельный. Больной человек при чихании или кашле выделяет капли жидкости, в которых содержатся вирусные частицы. Другой человек инфицируется, вдыхая мельчайшие капли слюны или слизи, содержащие частицы вируса гриппа. Такой механизм передачи гриппа способствует чрезвычайно быстрому его распространению.

Возбудитель гриппа поражает эпителиальные клетки верхних дыхательных путей. Частицы вируса гриппа могут легко выделяться из полостей носа и рта во время разговора, чихания, кашля. Больные гриппом очень опасны для окружающих на ранних этапах инфекции (первые сутки), когда признаки заболевания еще четко не проявились. Инкубационный период гриппа короткий – обычно одни-двое суток, реже – несколько часов.

ЗАПОМНИТЕ! **Инкубационный период** – период от момента заражения до первых проявлений заболевания.

После проникновения в клетки эпителия слизистых оболочек верхних дыхательных путей вирус гриппа вызывает воспаление слизистой оболочки. В дальнейшем он проникает в кровь и выделяет вещества, отравляющие организм. Грипп всегда начинается со стремительного повышения температуры. Больного лихорадит, появляются головная боль, болезненные ощущения в мышцах, суставах, горле.

ЗАПОМНИТЕ! Грипп – заболевание, опасное своими осложнениями. Поэтому при первых его признаках следует немедленно вызывать врача, который назначит необходимый курс лечения. Общаясь с больным гриппом человеком, защищайте дыхательные пути с помощью марлевой повязки. Желательно определить больного в отдельное помещение, выделить ему отдельную посуду и т. п.

В качестве профилактики в случае заболеваний органов дыхания следует употреблять чеснок и лук. Эти растения выделяют вещества (фитонциды), угнетающие деятельность микроорганизмов.

Туберкулез – распространенное инфекционное социально опасное заболевание. Возбудитель туберкулеза – бактерия туберкулезная палочка (палочка Коха) – чаще всего поражает легкие. Она может находиться во вдыхаемом воздухе, капельках мокроты, на посуде, одежде, полотенцах и других предметах, которыми пользовался больной туберкулезом. Возбудители туберкулеза могут передаваться человеку и через продукты питания животного происхождения – молоко и мясо. Заболевание развивается долго и постепенно.

ЗАПОМНИТЕ! С целью профилактики туберкулеза пользуйтесь индивидуальными средствами личной гигиены, закаляйте организм, рационально питайтесь, пейте только кипяченое молоко, мясо употребляйте хорошо термически обработанное. Необходимо каждый год делать флюорографию. Для предотвращения заражения туберкулезом детям, а при необходимости и взрослым, вводят вакцину.

Туберкулезные палочки быстро погибают в сухих, хорошо освещенных солнечных местах. Поэтому, чтобы предотвратить заболевание, нужно содержать в чистоте жилые помещения, улицы городов, общественные помещения. Большое значение для очистки воздуха в населенных пунктах имеют зеленые насаждения.

Тяжелым заболеванием человека является ***дифтерия***. Ее возбудитель – бактерия дифтерийная палочка. Заразиться дифтерией можно от больного человека или человека-носителя.

ЗАПОМНИТЕ! **Носителем** называют организм, в котором находится возбудитель заболевания, но симптомы этого заболевания отсутствуют.

Споры бактерии с воздухом попадают в дыхательные пути. Воспаление сначала развивается в глотке, реже – гортани, трахее, полостях рта и носа. На слизистых оболочках появляется плотная пленка, которая может

перекрыть просвет трахеи и привести к удушью. Для предотвращения заболевания дифтерией делают профилактические прививки. Если человек всё же заболел, применяют противодифтерийные лечебные препараты.

Здоровье человека. Чтобы защитить организм во время эпидемии гриппа и других инфекций, следует соблюдать соответствующие правила поведения: нужно не только защищать верхние дыхательные пути от болезнетворных микроорганизмов, но и укреплять иммунитет рациональным витаминизированным питанием, закаливанием, физическими упражнениями.

Какие заболевания органов дыхания вызывают аллергены? Аллергенами называют всё то, что может вызвать у человека аллергические реакции, например отеки, сильный насморк, крапивницу, чихание, кашель и т. п.

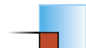
К самым распространенным аллергическим заболеваниям относятся аллергический ринит и бронхиальная астма. Их вызывают аллергены, среди которых могут быть продукты питания (цитрусовые, яйца, шоколадные конфеты и т. п.), пыль, шерсть животных, пыльца некоторых растений, химические вещества, разные косметические средства, медикаменты, микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности и т. п. Признаками ***аллергического ринита*** являются отек слизистой оболочки, сухость и жжение в полости носа, сопровождаемые чиханием и выделением слизи. Главными способами лечения являются устранение контакта с аллергеном, успокоительные средства.

Бронхиальная астма проявляется в виде периодически повторяющихся приступов удушья. Причиной является резкое сужение бронхов или отек их слизистой оболочки в результате аллергической реакции. При появлении симптомов астмы следует обратиться к врачу-аллергологу, чтобы выяснить причину этого заболевания. Лечат астму в специальных санаториях, расположенных в экологически чистых зонах.

Как курение влияет на органы дыхания человека? В табачном дыме, кроме никотина, содержится свыше 200 вредных для организма веществ (синильная кислота, сажа, угарный газ и т. п.). Во время курения они проникают в дыхательные пути и легкие, со слюной попадают в желудочно-кишечный тракт.

Табачный дым, раздражая слизистые оболочки дыхательных путей, вызывает их воспаление. Слизистые оболочки теряют способность обезвреживать болезнетворные микроорганизмы и вредные вещества. Частицы табачного дыма и продукты сгорания табака (в частности, деготь) оседают на стенках бронхов и альвеол. Теряется их эластичность и способность к самоочистке. Такие легочные пузырьки слипаются и не участвуют в газообмене. В результате уменьшается снабжение организма кислородом, что приводит к снижению работоспособности, ухудшению общего самочувствия.

ЗАПОМНИТЕ «золотое» правило медицины – болезнь легче предотвратить, чем ее лечить.



В чем заключается профилактика заболеваний органов дыхательной системы? Для предотвращения поражения и заболеваний дыхательной системы следует соблюдать правильный режим труда, питания, отдыха. Дыхание нужно развивать физическими упражнениями, спортом. Воздух в жилых и рабочих помещениях должен быть чистым, без резких перепадов температуры. Для уменьшения риска заболеваний инфекционными болезнями надо своевременно и регулярно проходить медицинское обследование, делать профилактические прививки, а в случае заболевания – применять лечебные препараты. Контактируя с больным, во время эпидемий необходимо соблюдать санитарно-гигиенические правила: пользоваться марлевой повязкой, задерживающей капли с возбудителями заболеваний.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **грипп, ангина, туберкулез, бронхиальная астма, пневмония, дифтерия.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

• Заболевания органов дыхания могут вызываться вирусами, бактериями и аллергенами. Соблюдение правил личной гигиены, проведение вакцинации в период эпидемий, регулярное прохождение диспансерного обследования, закаливание организма, избежание физических и умственных перенапряжений в период эпидемий, калорийное питание позволяет предотвратить заболевание.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие существуют заболевания дыхательной системы? 2. Какие вы знаете инфекционные заболевания органов дыхания? 3. Какие пути распространения инфекционных заболеваний дыхательных путей? 4. Почему курение вызывает заболевания органов дыхания? 5. Какие профилактические меры следует принимать во избежание заболеваний органов дыхания?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите возбудителя гриппа: а) бактерии; б) грибы; в) вирусы; г) одноклеточные животные.
2. Укажите органы человека, которые чаще всего поражает туберкулезная палочка: а) носовая полость; б) бронхи; в) трахея; г) легкие.

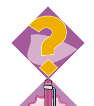
Образуйте логические пары

Установите соответствие между заболеванием и пораженными органами.

А ринит	**1** воспаление слизистой оболочки бронхов
Б пневмония	**2** воспаление слизистой оболочки трахеи
В трахеит	**3** воспаление легких
Г бронхит	**4** острое воспаление миндалин
	5 воспаление слизистой оболочки носовой полости



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте причины возникновения, симптомы, меры профилактики и лечения самых распространенных заболеваний органов дыхательной системы.



ПОДУМАЙТЕ. Почему чаще всего туберкулезом болеют люди, которые живут в неблагоприятных жилищных условиях и плохо питаются?

ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Обоснуйте профилактические меры, которые могут предотвратить заболевания органов дыхания. Ответ оформите в виде памятки.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ.

1. Укажите вещество, которое переносит кислород по организму: а) гемоглобин; б) трипсин; в) протромбин; г) пепсин.

2. Выберите вид ткани, которая преобладает в составе гортани: а) костная; б) хрящевая; в) жировая; г) эпителиальная.

3. Укажите положение диафрагмы во время вдоха: а) опускается; б) не меняет своего положения; в) поднимается.

4. Кислород, который поступает в организм человека при дыхании, используется для: а) транспорта питательных веществ через клеточные мембраны; б) защиты от болезнетворных микроорганизмов; в) окисления органических соединений; г) выведения продуктов обмена.

5. Атмосферный воздух имеет следующий состав газов (%): а) кислород – 14,2, углекислый газ – 5,2, азот – 80,6; б) кислород – 20,9, углекислый газ – 0,03, азот – 79,0; в) кислород – 16,3, углекислый газ – 4,0, азот – 79,7.

6. Вдох обеспечивается сокращением: а) диафрагмы и внутренних межреберных мышц; б) диафрагмы и внешних межреберных мышц; в) как внешних, так и внутренних межреберных мышц; г) внутренних межреберных мышц и мышц брюшного пресса.

7. В состянии покоя человек за минуту делает дыхательных движений: а) 5–8; б) 10–12; в) 16–20; г) 30–40.

8. Дышать надо через нос потому, что: а) таким образом воздух легче проходит в легкие; б) в носовой полости вдыхаемый воздух обеззараживается; в) в носовой полости вдыхаемый воздух обогащается кислородом; г) в носовой полости вдыхаемый воздух обогащается углекислым газом.

9. Голосовые связки расположены в: а) глотке; б) гортани; в) трахее; г) бронхах.

10. Хрящ, который закрывает при глотании вход в гортань, называют: а) кадык; б) надгортанник; в) щитовидный; г) подъязычный.

11. Отсутствие хрящей в задней стенке трахеи обеспечивает: а) свободное прохождение пищи по пищеводу; б) образование звуков; в) проталкивание воздуха в легкие; г) обеззараживание воздуха, поступающего в легкие.

12. Давление в полости между листками плевры: а) равняется атмосферному; б) выше атмосферного; в) ниже атмосферного; г) давления нет.

13. Газообмен в легких происходит через стенки: а) бронхиол; б) альвеолярных ходов; в) альвеол; г) плевры.

14. Количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного вдоха, называют: а) дыхательным объемом; б) резервным объемом вдоха; в) остаточным объемом; г) жизненной емкостью легких.

15. Количество воздуха, которое можно выдохнуть после спокойного выдоха, это: а) резервный объем вдоха; б) резервный объем выдоха; в) жизненная емкость легких; г) дыхательный объем.

16. Прибор, с помощью которого определяют жизненную емкость легких, называют: а) флюорограф; б) манометр; в) спирометр; г) стетоскоп.

Выберите три правильных ответа

17. Охарактеризуйте строение и функции трахеи.

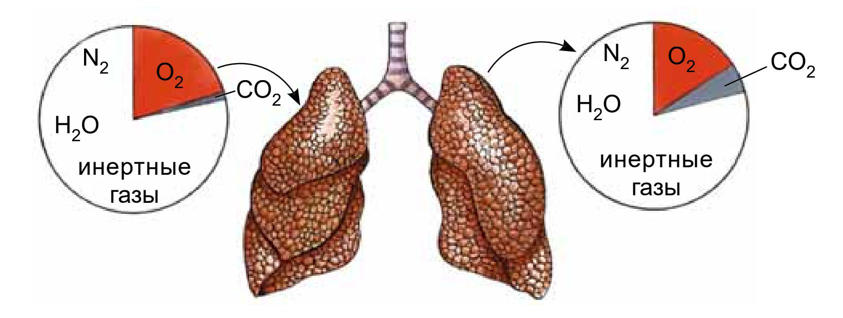
А Входит в состав	**Б** Функции	**В** В состав стенок входят
1 органов нижних дыхательных путей **2** органов верхних дыхательных путей **3** легких	**1** проведение воздуха **2** газообмен **3** обеззараживание воздуха	**1** полные хрящевые кольца **2** хрящевые полукольца **3** хрящевые образования в виде спирали

18. ***Расположите процессы в порядке***, который отвечает акту выдоха: а) объем грудной полости уменьшается; б) воздух из носовой полости выдыхается; в) легкие сужаются и воздух из них выталкивается; г) внешние межреберные мышцы расслабляются.

19. ***Укажите правильную последовательность*** расположения органов, из которых состоят верхние дыхательные пути: а) носовая полость; б) глотка; в) носоглотка.

20. ***Решите задачу***. Во время спокойного вдоха взрослого человека в легкие поступает около 500 мл воздуха. Во вдыхаемом воздухе содержится 21 % кислорода, а выдыхаемом – 16 %. Посчитайте, сколько кислорода (мл) при этом потребляет организм человека. Выберите правильный ответ: а) 20; б) 25; в) 30; г) 35.

21. ***Работа с диаграммой***. На рисунке указан состав воздуха, который человек вдыхает и который выдыхает. Объясните, содержание каких веществ изменилось и почему.



22. Раскройте взаимосвязь развития органов дыхания с физическими нагрузками.

23. Составьте схему «Зависимость частоты дыхания от содержимого CO_2 в крови».



Тема 4

ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Организм человека взаимодействует с окружающей средой, условия которой постоянно меняются. Однако состав внутренней среды организма человека в норме остается относительно постоянным. Почему? Организм способен защищаться от вредного влияния окружающей среды, смягчая его последствия. Благодаря каким механизмам обеспечивается эта способность?

В нашем организме непрерывно происходит кровообращение. Какие механизмы его обеспечивают? В чем уникальность работоспособности сердца как надежного органа, который на протяжении всей жизни человека перекачивает кровь? Влияет ли его состояние на здоровье человека?

§ 17. ПОНЯТИЕ О ВНУТРЕННЕЙ ЖИДКОЙ СРЕДЕ ОРГАНИЗМА

Вспомните, к какой группе тканей относятся кровь и лимфа. Что такое диффузия и осмос? Что такое метаболизм?

Что такое внутренняя жидкая среда организма? Жизнедеятельность клеток обеспечивается только в жидкой среде. Как вы уже знаете, это связано с тем, что процессы диффузии и осмоса, с помощью которых происходит обмен веществ между клетками и окружающей их средой, лучше протекают в жидкостях.

Внутренняя жидкая среда организма – совокупность жидкостей (кровь, лимфа, тканевая жидкость), принимающих участие в процессах обмена веществ и поддержании гомеостаза организма. Составляющие внутренней среды организма тесно взаимосвязаны между собой (рис. 68, 1). Они переносят растворенные в них вещества и таким образом влияют на химический состав друг друга. При их участии в организме происходят все процессы метаболизма, а именно: в клетки непрерывно поступают питательные вещества и выводятся из них конечные продукты жизнедеятельности.

Здоровье человека. В норме в организме человека на относительно постоянном уровне поддерживается температура тела, артериальное давление, содержание сахара (глюкозы) в крови, ионов Натрия, Калия, Кальция, Хлора и т. п.

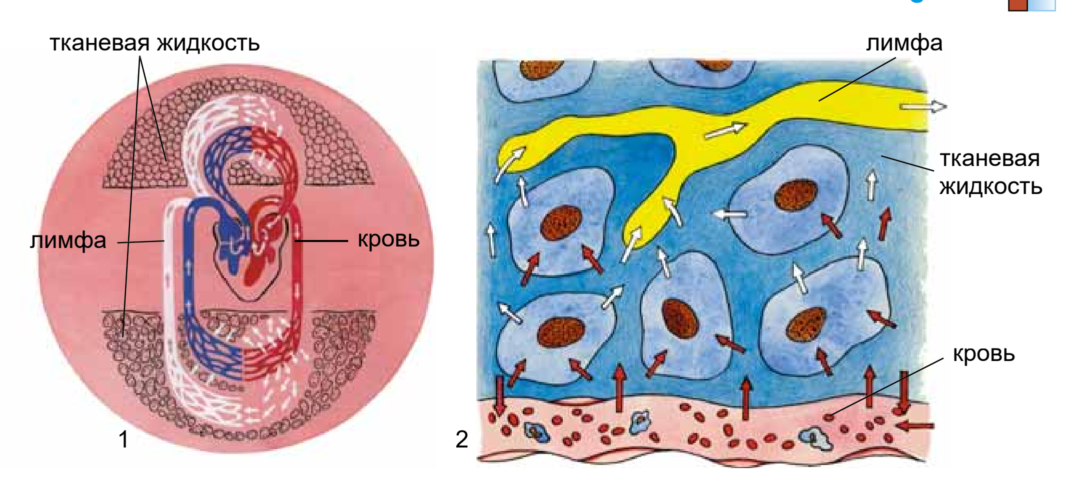


Рис. 68. 1. Внутренняя жидкая среда организма. 2. Схема образования тканевой жидкости и лимфы. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком и текстом, объясните пути образования тканевой жидкости и связь между кровью, лимфой и тканевой жидкостью*

Какие функции выполняют составляющие внутренней среды организма? Вы уже знаете, что **кровь** относится к тканям внутренней среды. Она переносит кислород, углекислый газ, питательные вещества, конечные продукты обмена веществ, биологически активные соединения (гормоны, ферменты, витамины), обеспечивает защитные реакции организма и т. п. Кровь постоянно циркулирует по замкнутой кровеносной системе.

Сквозь мельчайшие кровеносные сосуды (капилляры) за счет давления и путем диффузии некоторые составляющие жидкой части крови (плазма) попадают в межклеточное пространство. Так образуется **тканевая жидкость**, омывающая каждую клетку (рис. 68, 2). Объем тканевой жидкости в организме взрослого человека составляет приблизительно 12 л. Из крови в тканевую жидкость, а из нее в клетки поступают кислород, минеральные соли, биологически активные и питательные вещества. В свою очередь, клетки выделяют в тканевую жидкость углекислый газ и другие продукты жизнедеятельности, которые оттуда поступают в кровь. Лимфа образуется в результате диффузии тканевой жидкости через стенки замкнутых на внешнем конце лимфатических капилляров.

Лимфа – прозрачная и бесцветная. В ее состав, как и в состав крови, входят некоторые типы клеток. Как и кровь, она играет значительную роль в обмене веществ и выполняет ряд защитных функций. Лимфатические капилляры, срастаясь, образуют лимфатические сосуды, которые обеспечивают ***лимфообращение***. Лимфатические сосуды впадают в два больших лимфатических протока, соединенных с сосудами кровеносной системы. Таким образом, между кровью, тканевой жидкостью и лимфой осуществляется постоянный обмен веществ. Это одно из обязательных условий поддержания гомеостаза. Подробнее о лимфообращении вы узнаете в § 56.

Каков состав крови? Кровь как ткань внутренней среды состоит из плазмы и форменных элементов. К **форменным элементам** относятся красные кровяные тельца – ***эритроциты***, белые кровяные тельца –

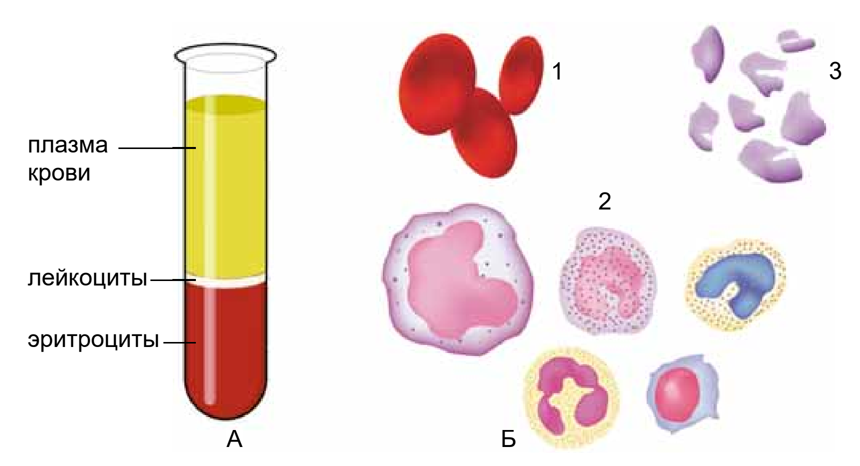


Рис. 69. А. Пробирка с отстоявшейся кровью. Б. Форменные элементы крови: 1 – эритроциты; 2 – лейкоциты; 3 – тромбоциты

лейкоциты и кровяные пластинки – ***тромбоциты*** (рис. 69). Их строение и функции детально рассмотрим в следующих параграфах.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Впервые клетки крови открыл итальянский анатом и врач Марчелло Мальпиги (в 1665 г.), но он думал, что это пузырьки жира.

Плазма крови (рис. 69) имеет вид непрозрачной вязкой жидкости желтоватого (соломенного) цвета. Она играет роль межклеточного вещества. Плазма крови содержит 90 % воды и растворенные в ней органические (белки – 7–8 %, углеводы – около 0,12 %, жиры – 0,7–0,8 %) и неорганические (около 0,9 %) вещества.

Белки плазмы крови выполняют разные функции. Одни из них участвуют в защитных реакциях организма: процессах свертывания крови и предотвращения кровопотерь при повреждении стенок сосудов, другие – в обезвреживании инородных соединений и частиц, а также болезнетворных микроорганизмов. Есть белки, влияющие на перераспределение воды между плазмой и тканевой жидкостью, ведь от их содержания зависит плотность крови. Так, снижение концентрации в плазме крови некоторых белков приводит к задержке воды в межклеточных пространствах тканей и появлению отеков.

Несмотря на то что в кровь может попасть разное количество воды и минеральных веществ, их концентрация в плазме поддерживается на постоянном уровне. Это обеспечивает деятельность почек, потовых желез, легких, через которые из организма выводятся вода, соли, продукты обмена.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! При значительных кровопотерях человеку (при отсутствии плазмы крови или крови для переливания) в кровеносные сосуды вводят не дистиллированную воду, а растворы, которые по содержанию солей и их концентрации соответствуют составу плазмы крови. Такие растворы называют ***физиологическими растворами.*** Самым простым физраствором является 0,9 %-й раствор натрий хлорида.

Каковы функции крови? Кровеносная система, по сосудам которой непрерывно циркулирует кровь, является главной транспортной системой нашего организма, обеспечивая связь между разными тканями и органами. Ее разнообразные функции приведены в таблице 7.

Таблица 7

Функции крови и их признаки

Название функции	Признак функции
Транспортная	Обеспечивает постоянный транспорт кислорода и питательных веществ в клетки через межклеточную жидкость и продуктов их жизнедеятельности – в органы выделения; переносит биологически активные соединения (например, гормоны) к клеткам, на которые они влияют
Терморегуляционная	Благодаря высокой теплоемкости воды (основного компонента плазмы) кровь обеспечивает перераспределение в организме тепла, которое образовалось в результате реакций расщепления питательных веществ
Защитная	Свертывание крови при ранениях сосудов, осуществление защитных реакций при попадании инородных соединений и возбудителей болезней
Поддержание гомеостаза	Относительное постоянство химического состава крови, температуры и клеточного состава крови является важным условием нормальной жизнедеятельности организма человека

Состав крови является важной характеристикой состояния организма. По результатам анализа крови мы можем определить количество ее форменных элементов и их соотношение, содержание гемоглобина, концентрацию глюкозы и других веществ в крови, скорость оседания эритроцитов (СОЭ).



Рис. 70. Так в лабораториях определяют скорость оседания эритроцитов (СОЭ)

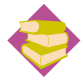
Изменение СОЭ может служить признаком воспалительных или других патологических процессов в нашем организме. Эта методика основана на способности эритроцитов оседать под действием силы тяжести в крови (рис. 70). В норме величина СОЭ у мужчин не превышает 10 мм/ч, а у женщин – 15 мм/ч.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **внутренняя среда организма, кровь, тканевая жидкость, лимфа, плазма крови, форменные элементы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Внутреннюю среду организма формируют кровь, лимфа и тканевая жидкость. Постоянный обмен между ними обеспечивает поддержание гомеостаза.
- В состав крови входят плазма и форменные элементы – эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Плазма крови состоит из воды, органических и минеральных веществ. Кровь выполняет защитную, транспортную, регуляционную и терморегуляционную функции.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что входит в состав внутренней жидкой среды организма? 2. Каков объем крови и тканевой жидкости в организме человека? 3. Каковы функции крови в организме человека? 4. Каков состав плазмы крови? 5. Что такое физраствор? Для чего его применяют? 6. Какие функции выполняют белки плазмы крови? 7. Какие типы клеток есть в крови человека?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите форменные элементы, которые входят в состав крови: а) эритроциты, миоциты, тромбоциты; б) эритроциты, миоциты, лейкоциты; в) эритроциты, лейкоциты, тромбоциты; г) тромбоциты, лейкоциты, миоциты.
2. Укажите, что не входит в состав внутренней жидкой среды организма человека: а) кровь; б) цитоплазма клеток; в) лимфа; г) тканевая жидкость.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте жидкие ткани внутренней среды организма человека. Ответ оформите в виде таблицы.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Раствор соли, который имеет осмотическое давление выше, чем давление плазмы крови, называют гипертоническим (преимущественно это 10 %-й раствор натрий хлорида). Его применяют при лечении гнойных ран. На рану накладывают повязку с этим раствором, и жидкость из раны выходит наружу (на повязку). Отчего это происходит?

2. К каким последствиям может привести переливание человеку, потерявшему определенное количество крови: а) 0,009 %-го раствора натрий хлорида; б) 9 %-го раствора натрий хлорида? Ответ обоснуйте.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Выявите взаимосвязь между компонентами внутренней среды организма человека для обеспечения гомеостаза.

§ 18. ЭРИТРОЦИТЫ. ГРУППЫ КРОВИ. ПРАВИЛА ПЕРЕЛИВАНИЯ КРОВИ

Вспомните строение клетки, состав и значение плазмы крови и эритроцитов. Что такое гемоглобин?

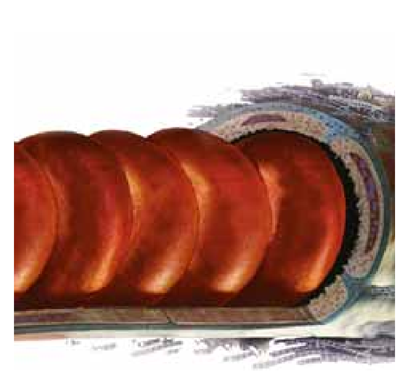
Вы уже знаете, что одними из форменных элементов крови являются красные кровяные тельца, или эритроциты.

Каково строение и каковы функции эритроцитов? **Эритроциты** – клетки крови, которые осуществляют в организме важную функцию – транспорт газов. Они переносят кислород от легких ко всем клеткам нашего организма, а углекислый газ – от клеток к легким. Эритроциты – мелкие, безъядерные клетки диаметром 7–8 мкм[1] и 1–2 мкм толщиной. Их очень много: в 1 мм^3 крови взрослого человека содержится в среднем 5–5,5 млн эритроцитов. Эритроцит имеет форму двояковогнутого посредине диска (рис. 71). Такая форма увеличивает его поверхность и способствует лучшему проникновению кислорода. Представьте себе, общая площадь поверхности всех эритроцитов крови составляет приблизительно 3800 м^2, что почти в 1800 раз превышает площадь поверхности тела человека.

В норме эритроциты живут около 120 дней, а потом разрушаются в селезенке и печени. ***Селезенка*** – непарный орган, расположенный в брюшной полости в левом подреберье возле желудка (рис. 72). Она участвует в процессах кроветворения и защитных реакциях организма человека. Селезенка служит также «депо» крови – в состоянии покоя в ней может находиться до 16 % общего количества крови (до 500 мл).

Кровь постоянно пополняется новыми эритроцитами, которые образуются в красном костном мозге из особых *стволовых* клеток. Эти клетки, в отли-

[1] 1 микрометр (сокращенно мкм) – одна тысячная часть миллиметра.



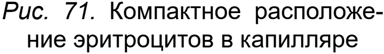


Рис. 71. Компактное расположение эритроцитов в капилляре

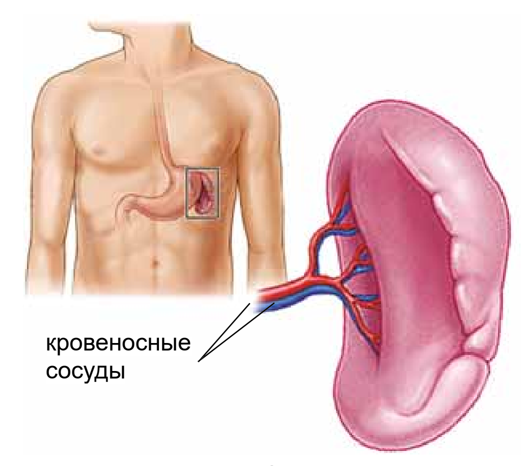


Рис. 72. Селезенка

чие от эритроцитов, имеют ядро, которое во время созревания эритроцитов разрушается. Характерной особенностью стволовых клеток является то, что они не специализированы (не дифференцированы) и способны к делению. После деления одна из образованных клеток остается не специализированной, а другая – дифференцируется, превращаясь в клетку определенного типа. Таким образом, стволовые клетки дают начало всем типам клеток нашего организма.

В эритроцитах содержится гемоглобин (его сокращенно обозначают Hb). Как вы уже знаете, это белковое соединение, содержащее атом Феррума (*см. рис. 63*). Именно он придает гемоглобину, а соответственно и эритроцитам, красный цвет.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Расшифровали строение молекулы гемоглобина и создали ее модель в 1960 г. английские ученые М. Перутц и Дж. Кендрю. За это они в 1962 г. были удостоены Нобелевской премии.

Гемоглобин может образовывать неустойчивые соединения с газами – кислородом и углекислым газом: он способен на определенное время связывать их и отсоединять. Соединение гемоглобина с кислородом приобретает ярко-красный цвет, его называют *оксигемоглобин* (HbO_2). Кровь, насыщенную кислородом, называют ***артериальной***. В капиллярах тканей гемоглобин отдает кислород клеткам и присоединяет углекислый газ. Кровь, насыщенную углекислым газом, называют ***венозной***. Она более темного цвета, чем артериальная.

Задание. *Посчитайте, какое максимальное количество кислорода может содержать кровь, если общее количество гемоглобина в крови человека приблизительно 650 г. При полном насыщении крови кислородом 1 г гемоглобина может связать 1,34 мл кислорода.*

Здоровье человека. Гемоглобин способен присоединять и угарный газ (CO), который выделяется при неполном сгорании топлива. Он образует с гемоглобином устойчивое соединение – *карбоксигемоглобин* (HbCO). Такие эритроциты теряют способность присоединять и переносить кислород. Таким образом, угарный газ вызываеттяжелое отравление нашего организма.

Что такое малокровие? В норме содержание гемоглобина у мужчин составляет 130–160 г/л, у женщин – 120–150 г/л (г/л означает число граммов гемоглобина на 1 л крови). Однако под воздействием разных негативных факторов содержание гемоглобина в организме может уменьшаться. Вследствие этого кровь переносит меньше кислорода. Наступает кислородная недостаточность, влияющая на умственную деятельность и физическую работоспособность. Такое состояние называют ***малокровием,*** или ***анемией***.

При малокровии происходит кислородное голодание всех органов и тканей организма. Человек жалуется на одышку, чувствует слабость, шум в ушах и т. п. Кожные покровы и слизистые оболочки бледнеют. Вызвать малокровие могут: недостаточное питание, особенно – недостаток витаминов и солей Феррума, разрушение эритроцитов алкоголем, промышленными выбросами. Особенно вредно влияет на образование эритроцитов радиационное загрязнение окружающей среды. Малокровие развивается при нарушении деятельности красного костного мозга. Оно может быть следствием разных заболеваний, например малярии.

Здоровье человека. Сбалансированное питание, правильный режим труда и отдыха – это факторы, которые помогают восстановить и поддерживать нормальный уровень гемоглобина в крови.

В случае значительных кровопотерь и некоторых заболеваний возникает необходимость переливания крови. Для этого кровь берут у взрослого здорового человека. Без вреда для его здоровья за один раз можно взять 200 мл крови. Эту кровь консервируют, добавляя специальные химические вещества, предотвращающие ее свертывание. Такая кровь может храниться долгое время.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: при заболеваниях кровеносных сосудов, связанных с образованием кровяных сгустков – тромбов, в медицине часто используют пиявку медицинскую. Слюнные железы червя выделяют вещество – *гирудин*, препятствующее свертыванию крови.

В прошлом переливание крови часто приводило к смерти больного, пока не стало известно, что кровь одного человека не всегда совместима с кровью другого.

Что такое группы крови? У людей выделяют четыре основные группы крови, которые наследуются от родителей и не меняются на протяжении жизни (*см. таблицу 8*).

В составе клеточной мембраны эритроцитов имеются особые соединения – комплексы белков и углеводов – ***агглютиногены***. Их обозначают буквами латинского алфавита А и В. В отдельном эритроците может присутствовать лишь один из двух агглютиногенов (А или В) или они вообще отсутствуют.

В плазме крови содержится два типа белковых соединений – ***агглютининов***. Их обозначают буквами греческого алфавита – α (альфа) и β (бета). В крови одного человека никогда не встречаются одновременно агглютиноген А и агглютинин α или агглютиноген В и агглютинин β.

Смешивание несовместимой по группе крови (то есть при встрече агглютиногена А и агглютинина α или агглютиногена В и агглютинина β) приводит к склеиванию эритроцитов донорской крови. Этот процесс называют ***агглютинацией***.

Таблица 8

Группы крови человека и возможные варианты ее переливания

Группы крови реципиента	Агглютиногены в эритроцитах	Агглютинины в плазме	Группы крови возможных доноров
0 (I)	Отсутствуют	α и β	0 (I)
A (II)	A	β	0, A (I, II)
B (III)	B	α	0, B (I, III)
AB (IV)	AB	Отсутствуют	0, A, B, AB (I, II, III, IV)

Задание. *Если вам известна ваша группа крови, найдите ее в таблице 8, определите наличие в ней агглютиногенов и агглютининов и возможного донора.*

ЗАПОМНИТЕ! ***Донором*** называют человека, который добровольно предоставляет часть своей крови для переливания другому (***реципиенту***) или для изготовления лечебных препаратов. Сдавать свою кровь для переливания, то есть быть донором, может каждый здоровый человек. Донорство спасает жизнь людей.

ОСТОРОЖНО! Во время переливания крови вместе с донорской кровью через нестерильные инструменты – иглы шприцов или систем переливания крови – в организм может попасть возбудитель ВИЧ-инфекции или желтухи (гепатита). Поэтому перед сдачей крови донору нужно пройти соответствующее обследование. Законом Украины запрещено разглашать результаты теста.

Согласно таблице 8, людям с 0 (I) группой крови теоретически можно переливать кровь лишь 0 (I) группы. Кровь этой группы можно переливать лицам с любой группой крови. Поэтому люди с 0 (I) группой крови являются *универсальными донорами*. Людям с AB (IV) группой крови теоретически можно переливать кровь всех четырех групп. Такие люди теоретически являются *универсальными реципиентами*. В настоящее время пользуются правилом переливания только одноименных групп крови.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Большинство людей имеют 0 (I) или A (II) группу крови, наименее распространена группа AB (IV). Так, у 47 % украинцев встречается 0 (I) группа крови, у 43 % – A (II), 7 % – B (III), 3 % – AB (IV).

Что такое резус-фактор и резус-конфликт? При переливании крови учитывают не только группу крови, но и наличие или отсутствие в эритроцитах еще одного белкового соединения. На поверхности эритроцитов большинства людей (приблизительно 85 %) есть соединение белковой природы, которое называют ***резус-фактором*** (сокращенно **Rh**). Такое название оно получило потому, что впервые было найдено в крови обезьяны – макаки резус. При наличии в эритроцитах резус-фактора кровь называют ***резус-позитивной*** (или Rh^+), если резус-фактор отсутствует – ***резус-негативной*** (Rh^-).

Если резус-положительную кровь перелить человеку с резус-отрицательной кровью первый раз, то заметной реакции не будет. Но в ответ на повторное переливание в крови резус-отрицательного человека произойдет агглютинация донорских эритроцитов – ***резус-конфликт***.

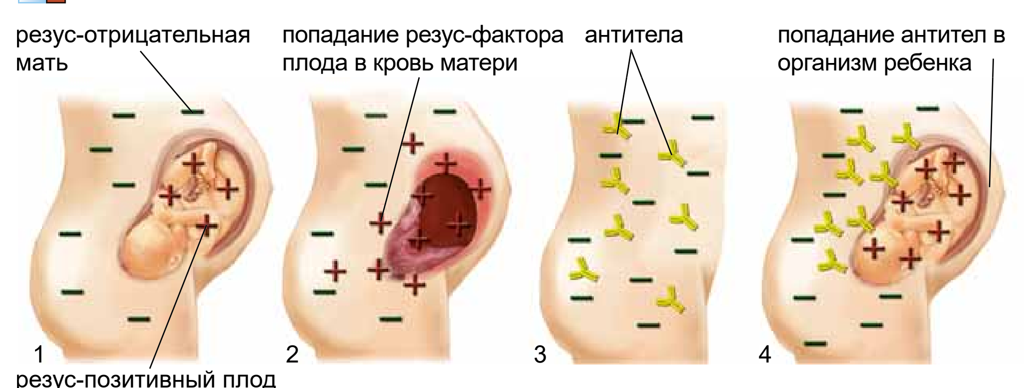


Рис. 73. Возникновение резус-конфликта

Во избежание резус-конфликта людям с резус-положительной кровью переливают только резус-положительную кровь, а людям с резус-отрицательной кровью – только резус-отрицательную. Резус-конфликт может развиваться и во время беременности, когда мать и будущий ребенок имеют несовместимую по резус-фактору кровь (рис. 73). Если у резус-отрицательной матери развивается резус-положительный ребенок, то при первой беременности резус-конфликта нет. Кровь матери и плода разделены плацентой, и эритроциты, а соответственно и резус-фактор, не попадают в кровь матери (рис. 73, 1). Однако во время родов минимальное количество резус-фактора проникает в кровь матери, что сопровождается образованием антител (рис. 73, 2, 3). При следующей беременности эти антитела из крови матери проходят через плаценту и разрушают эритроциты ребенка (рис. 73, 4). Такой резус-конфликт матери и ребенка можно предупредить, если сразу после первой беременности матери ввести специальные антитела, которые разрушат резус-фактор, попавший в ее кровь.

Каждому человеку следует знать группу своей крови и наличие или отсутствие в ней резус-фактора.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **эритроциты, гемоглобин, малокровие, группы крови, резус-фактор, резус-конфликт.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Эритроциты выполняют важную функцию транспорта кислорода от легких к клеткам, а углекислого газа – от клеток к легким. Это безъядерные красные клетки крови. Они содержат белковое вещество гемоглобин, способное связывать кислород или углекислый газ.
- При значительных кровопотерях и некоторых заболеваниях возникает необходимость переливания крови. Переливать кровь можно только совместимую по группе крови и резус-фактору.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каковы особенности строения эритроцитов? 2. Каковы функции эритроцитов? 3. Какая роль гемоглобина в транспорте газов? 4. Какую кровь называют артериальной, а какую – венозной? 5. Каковы функции селезенки в организме человека? 6. Что такое малокровие и каковы его причины? 7. Каких людей называют донорами и реципиентами? 8. Какие есть группы крови человека? 9. Что такое резус-фактор и резус-конфликт?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите характеристики зрелых эритроцитов: а) форма двояковогнутого диска, имеют ядро; б) форма двояковогнутого диска, не имеют ядра; в) не имеют постоянной формы и ядра; г) имеют ядро, но не имеют постоянной формы.
2. Укажите вещество, которое содержат эритроциты: а) гемоглобин; б) агглютинины; в) гемеритрин; г) гемоцианин.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Охарактеризуйте функции гемоглобина в организме. Постройте график зависимости количества эритроцитов в крови от высоты над уровнем моря, если количество эритроцитов в 1 мл крови человека: на уровне моря – 5 млн, на высоте 700 м над уровнем моря – 6 млн, 1800 м – 7 млн, 4400 м – 8 млн. Объясните, почему с увеличением высоты в крови возрастает количество эритроцитов. Как регулируется этот процесс?

§ 19. ЛЕЙКОЦИТЫ. ТРОМБОЦИТЫ. СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ

Вспомните, что такое ферменты, лизоцим, фагоцитоз.

Вы уже знаете, что кроме эритроцитов к форменным элементам крови относятся лейкоциты и тромбоциты.

Каково строение и каковы функции лейкоцитов? **Лейкоциты** – бесцветные клетки, поэтому их еще называют *белые клетки крови* (рис. 74). Существует несколько видов лейкоцитов, разных по размерам, строению и функциям. Все они, в отличие от эритроцитов, имеют ядро. Форма лейкоцитов непостоянна, они способны образовывать ложноножки и передвигаться подобно амебе. Некоторые виды лейкоцитов благодаря этому свойству могут проникать сквозь стенки капилляров и двигаться в межклеточных пространствах (рис. 75). Лейкоциты образуются в красном костном мозге, созревают в тимусе (вилочковой железе), селезенке (*вспомните, где расположен этот орган и каковы его функции*), аппендиксе, лимфатических узлах. Продолжительность жизни – от 6–10 часов до десятков лет. Разрушаются лейкоциты в селезенке и местах воспаления.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Кроме размеров, разные виды лейкоцитов отличаются наличием или отсутствием в цитоплазме гранулоподобных включений, а также тем, какими красителями окрашивается их цитоплазма. Процентное соотношение разных видов лейкоцитов в крови называется **лейкоцитарной формулой**. Изменения в ней могут свидетельствовать об определенных заболеваниях.



Рис. 74. Лейкоциты разных типов

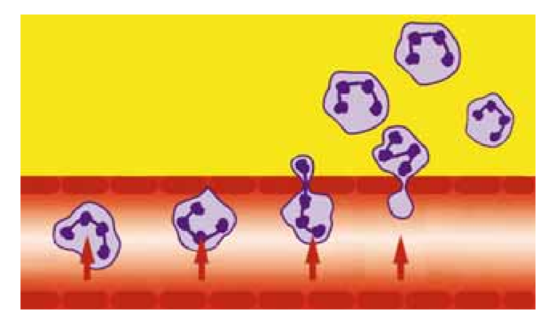


Рис. 75. Схема прохождения лейкоцита через стенку капилляра

В 1 мм^3 крови содержится от 6 до 10 тыс. лейкоцитов. Количество их в крови может меняться. Это объясняют тем, что половина лейкоцитов находится в межклеточном пространстве, треть – в красном костном мозге и только небольшая часть содержится в кровеносном русле.

Увеличение числа лейкоцитов сверх физиологической нормы называют ***лейкоцитозом***. Он развивается вследствие воспалительных процессов, инфекционных и онкологических заболеваний. Уменьшение числа лейкоцитов в крови ниже нормы называют ***лейкопенией***. Ее вызывают некоторые инфекционные заболевания, а также радиационное облучение организма.

Основная функция лейкоцитов – защита организма от болезнетворных микроорганизмов, инородных белков, посторонних тел, которые проникают в кровь и ткани. Таким образом, лейкоциты участвуют в обеспечении иммунитета.

Иммунитет – способность организма защищать собственную целостность, биологическую индивидуальность и постоянство внутренней среды. Подробнее о механизме действия и видах иммунитета вы узнаете в § 56.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Защитные функции лейкоцитов изучал наш соотечественник И. И. Мечников (рис. 76) – выдающийся ученый, долгое время работавший в Одесском национальном университете, который назван его именем. Наблюдая за определенными видами лейкоцитов, он обнаружил явление фагоцитоза и связал с ним защитные свойства организма человека и животных. Так он открыл явление клеточного иммунитета.

ЗАПОМНИТЕ! Иммунитет, который обеспечивают определенные виды лейкоцитов, способных путем фагоцитоза (рис. 77) захватывать и обезвреживать инородные соединения и микроорганизмы, называют ***клеточным***. Такие лейкоциты содержат ферменты, расщепляющие клетки микроорганизмов.

Каково строение и каковы функции тромбоцитов? К форменным элементам крови также относятся **тромбоциты**, или кровяные пластинки. Это бесцветные, безъядерные, неправильной формы участки цитоплазмы, окруженные плазматической мембраной. Количество их в норме составляет 150–400 тыс. в 1 мл крови. Образуются тромбоциты в красном костном мозге из больших кровообразующих клеток. Одна такая клетка может дать начало 4000 тромбоцитов (рис. 78). Продолжительность жизни тром-

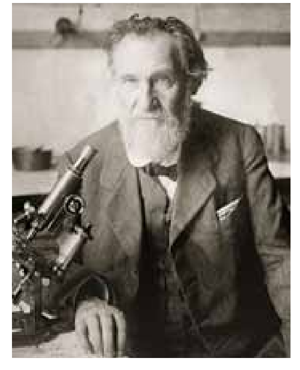


Рис. 76. И.И. Мечников (1845–1916)



Рис. 77. Схема фагоцитоза

боцитов составляет приблизительно 5–8 дней, после чего они разрушаются в печени и селезенке. Тромбоциты также легко разрушаются при повреждении кровеносных сосудов, играя важную роль в процессах свертывания крови.

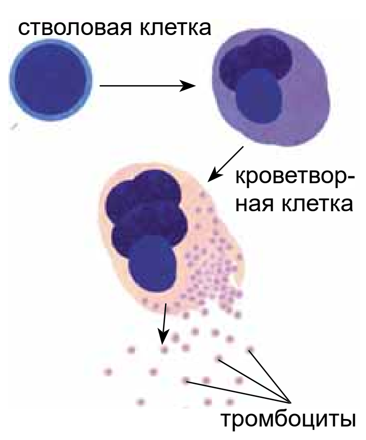
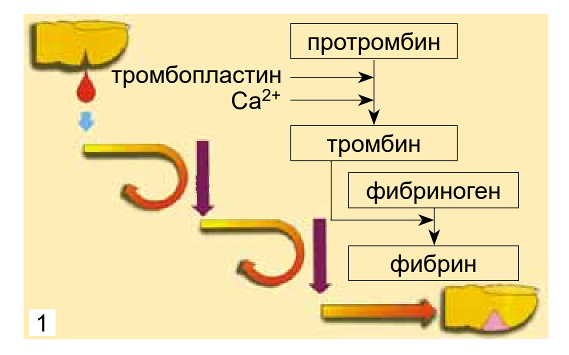


Рис. 78. Схема образования тромбоцитов

Как происходят процессы свертывания крови? **Свертывание крови** – важная защитная реакция организма, предотвращающая потери крови при нарушении целостности кровеносных сосудов. Во время свертывания крови образуется кровяной сгусток, который закрывает повреждение в сосуде. Если травмы незначительные и повреждены мелкие кровеносные сосуды, то кровь свертывается преимущественно за счет тромбоцитов. Сначала они выделяют биологически активные вещества, обеспечивающие некоторое сужение поврежденных сосудов. Потом тромбоциты прилипают к волокнам соединительной ткани, закупоривая поврежденное место. В случае травмирования больших сосудов, где высоки давление и скорость движения крови, срабатывает другой механизм. Он заключается в превращении растворимого белка плазмы крови фибриногена в нерастворимый фибрин (рис. 79, 1), в результате чего формируется плотный тромб.

Как это происходит? При повреждении сосуда высвобождаются биологически активные вещества, в частности тромбопластин. В присутствии ионов Кальция он активирует фермент тромбин, который образуется из протромбина (синтезируется в печени под воздействием витамина K). Именно тромбин превращает фибриноген в фибрин (рис. 79, 1). Нити фибрина образуют над поврежденным участком сосуда сеть. В нее попадают эритроциты, тромбоциты и белки плазмы крови. Сгусток сжимается и уплотняется. Так возникает кровяной тромб, который полностью закрывает рану (рис. 79, 2). После восстановления поврежденного участка кровеносного сосуда кровяной сгусток растворяется.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Украинский ученый А.В. Палладин, основатель Института биохимии НАН Украины, в 1944 г. синтезировал водорастворимый аналог витамина K – викасол, который в настоящее время широко применяют в медицинской практике для остановки небольших внутренних кровотечений.



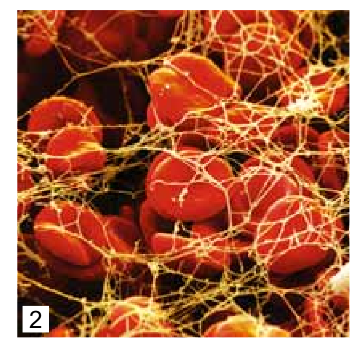


Рис. 79. 1. Схема механизма свертывания крови. 2. Образование тромба. ***Задание.*** *Пользуясь схемой, объясните каждый этап свертывания крови*

Здоровье человека. У некоторых людей свертывание крови нарушено. Такое заболевание называют ***гемофилией.*** Это наследственное заболевание, болеют преимущественно мужчины. Передается оно по материнской линии и характеризуется тем, что у больного человека даже при незначительных повреждениях кровеносных сосудов кровь не свертывается.

При некоторых заболеваниях (например, атеросклерозе) кровь может свертываться внутри сосуда и образовывать в нем тромбы. Они могут закупоривать кровеносные сосуды. Это опасно для жизни человека. В организме человека есть вещества, предотвращающие свертывание крови и образование тромбов.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **лейкоциты, тромбоциты, тромбопластин, фибриноген, фибрин, гемофилия.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Лейкоциты – это бесцветные клетки, которые имеют ядро. Они разные по размерам, форме, продолжительности жизни. Основная их функция – защита организма от болезнетворных микроорганизмов, инородных белков, проникающих в организм человека.
- Тромбоциты – безъядерные кровяные пластинки. Они участвуют в процессах свертывания крови. Это сложный процесс, который завершается образованием тромба, останавливающего кровотечение.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково строение лейкоцитов? 2. Где образуются лейкоциты? 3. Что такое иммунитет? 4. Каковы особенности строения тромбоцитов? 5. Где образуются и где разрушаются тромбоциты? 6. Какова роль тромбоцитов в организме человека? 7. Что такое свертывание крови и как оно происходит? 8. Как образуется тромб?

Выберите один правильный ответ

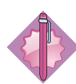
1. Выберите характеристики лейкоцитов: а) окрашены в красный цвет; б) имеют ядро; в) форма клетки постоянная; г) не имеют ядра.
2. Укажите основную функцию лейкоцитов: а) транспортная; б) регуляционная; в) защитная; г) секреторная.
3. Укажите орган, в котором образуются тромбоциты: а) красный костный мозг; б) селезенка; в) печень; г) лимфатические узлы.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Сравните функции форменных элементов крови.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Почему у здорового человека тромбы не образуются внутри сосудов? 2. Почему во время инфекционных и инвазивных заболеваний количество лейкоцитов в крови увеличивается?



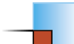
ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. При помощи взрослых, а также используя разные источники информации, узнайте, зачем врачам нужен общий анализ крови больного.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: *Микроскопическое строение крови человека*
Оборудование и материалы: микроскопы, микропрепараты крови человека.

Ход работы

1. Подготовьте микроскоп к работе.
2. При малом увеличении микроскопа рассмотрите микропрепарат крови человека. Обратите внимание на количество, форму и расположение основных видов кровяных клеток.



3. Переведите микроскоп на большое увеличение, рассмотрите и сравните структуру эритроцитов и лейкоцитов.

4. Сравните форму, размеры, наличие ядра в эритроцитах и лейкоцитах человека. Составьте таблицу.

5. Сделайте выводы.

§ 20. СЕРДЦЕ: ЕГО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Вспомните типы кровеносной системы у позвоночных животных. Какие особенности строения сердечной мышцы? Какие сосуды называют артериями, а какие – венами?

Движение крови по замкнутой системе кровеносных сосудов и полостям сердца называют **кровообращением.** Система, обеспечивающая кровообращение, называется **кровеносной**, или **сердечно-сосудистой.**

Какое значение кровообращения? Система органов кровообращения состоит из сердца и разнообразных по диаметру, строению и функциям кровеносных сосудов (рис. 80). Свои основные функции (транспортную,

Рис. 80. Кровеносная система человека. ***Задание.*** *Найдите на рисунке сердце и сосуды, которые с ним непосредственно соединены (аорта, ствол легочных артерий, легочные вены, верхняя и нижняя полые вены), сонную артерию, сосуды головы, верхних и нижних конечностей*

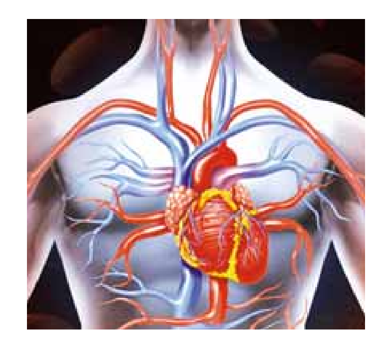


Рис. 81. Расположение сердца в организме человека

регуляционную и защитную) кровь выполняет благодаря постоянному движению по кровеносным сосудам. Это движение обеспечивается ритмичными сокращениями сердца, которое работает как насос, и, создавая давление крови, перекачивает ее по кровеносной системе. Прекращение движения крови, даже кратковременное, смертельно опасно для организма. Клетки организма, особенно нервные, даже несколько минут не могут функционировать без кислорода и питательных веществ, переносимых кровью.

Каково строение сердца? **Сердце** – полый конусообразный мышечный орган, расположенный в грудной полости (рис. 81). Расширенная его основа обращена вверх, а узкая верхушка – книзу. Две трети сердца находятся в левой половине грудной полости, а одна треть – в правой. Таким образом, сердце смещено влево от средней линии тела. Сердце взрослого человека в среднем 12–13 см в длину и до 9–10 см в диаметре. Масса сердца у мужчин несколько больше, чем у женщин: около 300 г (у женщин – 220 г).

Снаружи сердце окружено эластичной околосердечной сумкой – ***перикардом***, который оберегает его от чрезмерного растяжения во время наполнения кровью. Внутренние стенки околосердечной сумки выделяют жидкость, она увлажняет сердце и уменьшает его трение о стенки перикарда при сокращениях.

Стенка сердца состоит из трех слоев: внутреннего – ***эндокарда***, среднего – мышечного – ***миокарда*** и внешнего – соединительнотканного – ***эпикарда***. Миокард образован особой исчерченной мышечной тканью (рис. 8, 2 и 82, 2). Ее клетки, в отличие от скелетных мышечных волокон, соединены между собой. Когда возбуждается и сокращается одна клетка, это возбуждение передается ко всем мышечным клеткам предсердия или желудочка. Следствием этого является их одновременное сокращение.

ЗАПОМНИТЕ! Благодаря особенностям строения работа сердца подчинена правилу **«все или ничего»**. Это значит, что в ответ на раздражение или все мышечные волокна сердца отвечают сокращением, или, если раздражитель недостаточно сильный, они не реагируют на него. При этом сила сокращения сердечной мышцы не зависит от силы раздражения.

Эндокард выстилает полости сердца. Как и у других млекопитающих, сердце человека четырехкамерное: состоит из двух предсердий (правого и левого; верхняя часть сердца) и двух желудочков (правого и левого; нижняя часть сердца) (рис. 82). **Предсердия** – это отделы сердца, в которые кровь собирается из вен. **Желудочки** – это отделы сердца, из которых кровь поступает в артерии. Левая и правая части сердца разделены сплошной перегородкой, поэтому венозная и артериальная кровь в нем не смешивается. В правой половине течет венозная кровь, в левой – артериальная.

Между полостями сердца, а также между сердцем и аортой и между сердцем и легочным стволом складки эндотелия образуют клапаны (*найдите их на рисунке 82*). Так, между предсердиями и желудочками находятся ***створчатые клапаны***. Правый клапан состоит из трех створок (*трехстворчатый*

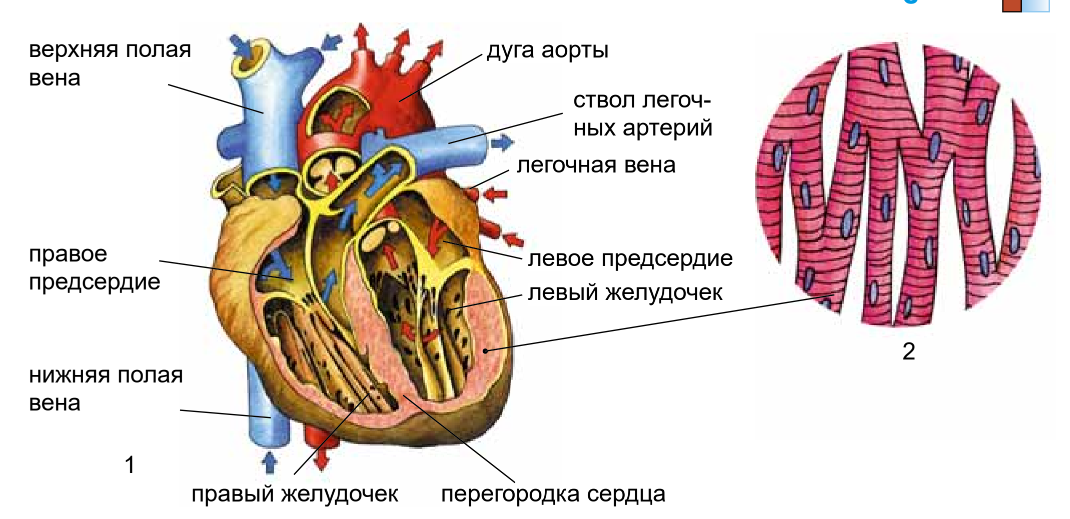


Рис. 82. 1. Строение сердца. 2. Строение сердечной мышцы. ***Задание.*** *Найдите на рисунке перегородку сердца; предсердие (правое и левое); желудочки (правый и левый); клапаны (полулунные и створчатые); аорту; ствол легочных артерий; полые вены (верхнюю и нижнюю)*

клапан), а левый – из двух (*двустворчатый*) (рис. 83). К створкам прикреплены сухожильные струны, которые на противоположном конце соединены со стенками желудочка особыми мышцами. Они предотвращают выворачивание клапанов в сторону предсердий. Створчатые клапаны обеспечивают движение крови от предсердий к желудочкам и препятствуют обратному току крови к предсердиям при сокращении желудочков. На границе между правым желудочком и стволом легочных артерий и левым желудочком и аортой находятся ***полулунные (карманные) клапаны***. Каждый из них имеет вид трех карманов. Они свободно пропускают кровь из желудочка в кровеносные сосуды и препятствуют ее возвращению из сосудов в сторону сердца (рис. 83).

Мышечные оболочки предсердий и желудочков разъединены между собой, поэтому предсердия и желудочки способны сокращаться независимо, однако согласованно.

Желудочки выполняют бóльшую работу, чем предсердие, так как проталкивают кровь по всей длине сосудов, а предсердия перегоняют кровь только к желудочкам. Поэтому мышечные стенки желудочков значительно толще, чем у предсердий. Самая плотная стенка левого желудочка, потому

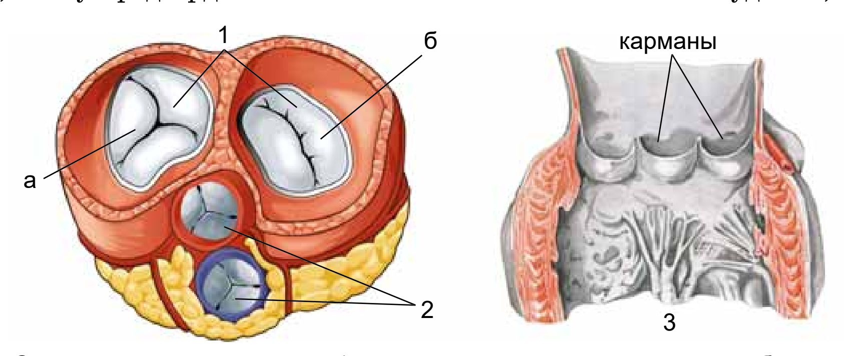


Рис. 83. Строение клапанов сердца: 1 – створчатые: а – трехстворчатый; б – двустворчатый; 2 – полулунные (карманные); 3 – развернутый полулунный (карманный) клапан

что именно его сокращение выталкивает кровь в большой круг кровообращения.

Каковы свойства сердечной мышцы? Сердечной мышце благодаря особенностям ее строения характерны следующие свойства: возбудимость, сократимость, проводимость, автоматия. ***Возбудимость*** – способность сердечной мышцы воспринимать раздражители и отвечать на них возбуждением. Возбуждение сердечной мышцы сопровождается ее ***сокращением***. Возбуждение, возникающее в определенной области сердца, распространяется по всему сердцу благодаря ***проводимости*** сердечной мышцы. Как мы упоминали ранее, это обеспечивается связями между его клетками. Поэтому сердце сокращается как единое целое с четкой последовательностью: сначала предсердия, а потом – желудочки.

Автоматия сердца – его способность к ритмичным сокращениям при отсутствии действия любых внешних раздражителей или влияния нервной системы. Автоматию обеспечивает скопление особых мышечных клеток – так называемых *водителей ритма*. Эти клетки образуют импульсы с частотой 60–80 в минуту. Главный центр образования импульсов находится в стенке правого предсердия.

При распространении возбуждения в сердце возникают электрические токи, которые распространяются по всему телу. Это позволяет исследовать ритм работы сердца. Чаще всего электрические сигналы сердца регистрируют на поверхности кожи конечностей и грудной клетки и записывают в виде ***электрокардиограммы***. Она служит одним из важнейших диагностических показателей работы сердца (рис. 84).

Как сердце снабжается кровью? Сердечная мышца работает постоянно и ритмично без остановки на протяжении всей жизни человека. Это главное физиологическое отличие между сердечной и скелетными мышцами. Поэтому сердечная мышца нуждается в постоянном поступлении с кровью большого количества кислорода и питательных веществ. Для этого сердце имеет две ***коронарные***, или ***венечные*** (от лат. *корона* – венец), ***артерии***, которые разветвляются на огромное количество мелких сосудов, вплоть до капилляров (рис. 85). Через коронарные артерии за сутки протекает 500 л крови. Продукты обмена веществ и углекислый газ из клеток сердца выводятся с венозной кровью через коронарные вены.

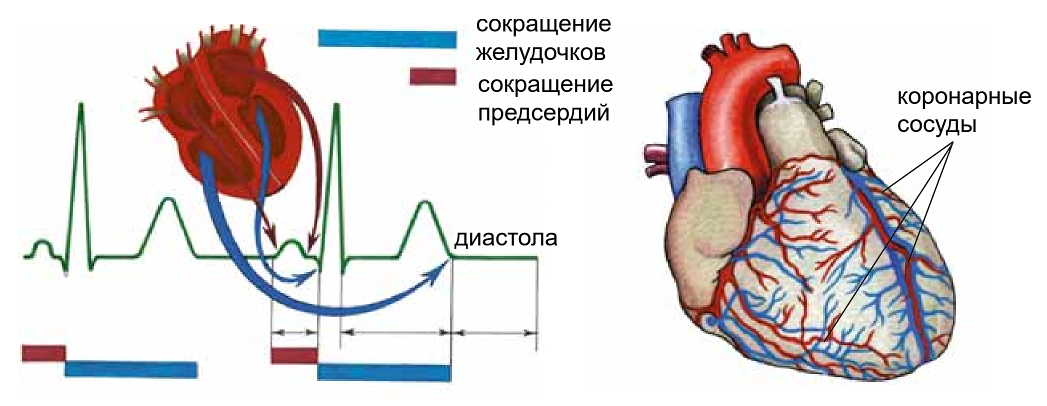
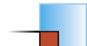


Рис. 84. Электрокардиограмма

Рис. 85. Кровоснабжение сердца



Нарушение снабжения сердца артериальной кровью смертельно опасно. Следствием этого является ***инфаркт миокарда***, который сопровождается омертвением участка сердечной мышцы. Причинами инфаркта могут быть уменьшение просветов коронарных артерий вследствие образования в них тромбов, сужение их стенок или откладывание жирового вещества на внутренней поверхности стенок сосудов.

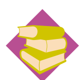
Здоровье человека. Инфаркт миокарда – смертельно опасное заболевание человека и требует немедленной госпитализации. В случае инфаркта миокарда человек чувствует сильную боль в грудной клетке, которая распространяется в левое плечо, шею, уши, нижнюю челюсть, ключицы, участок между лопатками. Для профилактики инфаркта миокарда необходимо вести здоровый и активный образ жизни, полностью отказаться от алкоголя и курения, придерживаться сбалансированного питания, избегать физического и нервного перенапряжения, постоянно контролировать свое артериальное давление.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **эпикард, миокард, эндокард, перикард, предсердия, желудочки, полулунные клапаны, створчатые клапаны, коронарные артерии.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Движение крови по сосудам является необходимым условием для поддержания жизнедеятельности организма. Сердце и кровеносные сосуды образуют единую систему кровообращения.
- Сердце – полый мышечный орган, основная функция которого – перекачивание крови по сосудам. Сердечная мышца способна возбуждаться, проводить возбуждение и сокращаться. Сердце сокращается под воздействием импульсов, возникающих в самом сердце. Это его свойство называется *автоматией*.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Где расположено сердце человека? 2. Что такое перикард? 3. Какое строение стенок сердца? 4. Каковы особенности строения и функций сердечной мышцы? 5. В чем заключается автоматия сердца? 6. Что определяет ритм сокращений сердца? 7. Какие клапаны разделяют предсердия и желудочки? 8. Что означает правило «все или ничего»?

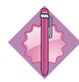
Выберите один правильный ответ

1. Укажите мышечную оболочку сердца: а) эндокард; б) миокард; в) эпикард; г) перикард.
2. Укажите составляющие сердца человека: а) одно предсердие и один желудочек; б) два предсердия и один желудочек; в) два желудочка и одно предсердие; г) два предсердия и два желудочка.
3. Назовите клапаны, расположенные между правым предсердием и желудочком: а) полулунный; б) двустворчатый; в) трехстворчатый.
4. Укажите кровеносные сосуды, снабжающие сердце кислородом и питательными веществами: а) аорта; б) легочные артерии; в) коронарные артерии; г) коронарные вены.

Решите задачу. Вычислите количество крови (л), которое перекачивает сердце человека за час, если оно сокращается в среднем 70 раз в 1 мин, выбрасывая при каждом сокращении из двух желудочков 150 мл крови. Выберите правильный ответ: а) 630; б) 10,5; в) 105; г) 63.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Исследуйте взаимосвязь строения и функций кровеносной системы, сердца и сердечной мышцы.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Подготовьте короткое сообщение с использованием компьютерной презентации «А.А. Кулябко – один из основоположников реаниматологии».

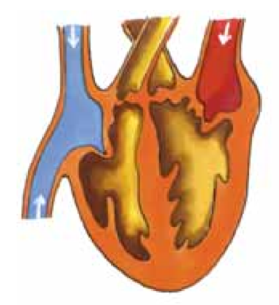
§21. ПОНЯТИЕ О СЕРДЕЧНОМ ЦИКЛЕ. РАБОТА СЕРДЦА И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ

Вспомните строение сердечной мышцы. Какие сердечные клапаны называют створчатыми, а какие – полулунными? Какова их функция?

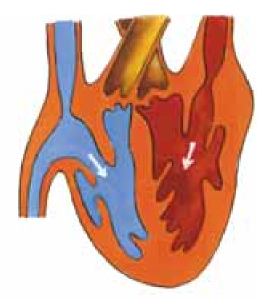
Что такое сердечный цикл? Какие его фазы? Сердце работает циклически, ритмично чередуя сокращения и расслабления предсердий и желудочков, вместе это составляет **сердечный цикл.** Он включает три фазы: сокращение предсердий – ***систолу предсердий***, сокращение желудочков – ***систолу желудочков*** и общего расслабления – ***диастолу*** (*см. таблицу 9*) (рис. 86). Сердце человека в состоянии покоя осуществляет 65–75 циклов в минуту.

Во время ***первой фазы*** (ее продолжительность приблизительно 0,1 с) предсердия сокращаются, а желудочки расслаблены: створчатые клапаны открыты, благодаря чему кровь попадает в желудочки. Полулунные клапаны в это время закрыты. Во время ***второй фазы*** (0,3 с) предсердия расслаблены, а желудочки сокращаются: створчатые клапаны закрываются, полулунные – открываются, и кровь поступает в аорту и ствол легочных артерий. ***Третья фаза*** общего расслабления длится 0,4 с. В это время предсердия и желудочки расслаблены, кровь свободно попадает в сердце из вен (легочных, нижней и верхней полых). Таким образом, полный сердечный цикл длится 0,8 с. За это время мышечные волокна предсердий 0,1 с работают и 0,7 с отдыхают, а желудочков – соответственно 0,3 и 0,5 с. Относительно большое время отдыха определяет способность сердечной мышцы работать, не уставая на протяжении всей жизни.

Количество сердечных циклов, которые сердце осуществляет на протяжении одной минуты, называется ***частотой сердечных сокращений.*** При сокращении сердца взрослого человека в состоянии покоя каждый желудочек выталкивает в артерии приблизительно 65 мл крови. В минуту сердце перекачивает около 5 л крови, а за год – почти 2,6 млн литров. В момент выброса крови в аорту давление в ней повышается, а стенки



наполнение кровью предсердий



сокращение предсердий (желудочки расслаблены)



сокращение желудочков (предсердия расслаблены)



общее расслабление предсердий и желудочков

Рис. 86. Сердечный цикл

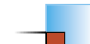


Таблица 9

Фазы сердечного цикла

Фаза	Что происходит	Продолжи-тельность (с)	Направление движения крови
I. Систола предсердий	Сокращение предсердий. Желудочки расслаблены	0,1	За это время кровь из предсердий выталкивается в расслабленные желудочки
II. Систола желудочков	Сокращение желудочков. Предсердия расслаблены	0,3	Кровь из правого желудочка выталкивается в ствол легочных артерий, а из левого – в аорту
III. Диастола	Общее расслабление предсердий и желудочков	0,4	Вся сердечная мышца находится в состоянии покоя или общего расслабления
Сердечный цикл		0,8	

Задание. *Пользуясь таблицей 9, объясните фазы сердечного цикла. Каково их значение для работы сердца?*

растягиваются. Такое растяжение благодаря плотности и упругости стенок кровеносных сосудов волнообразно распространяется со скоростью, значительно превышающей скорость движения крови, от аорты к артериям. Колебание стенок артерий, возникающее в ответ на каждое сокращение сердца, называется ***артериальным пульсом***.

У здорового человека пульс ритмичен, имеет частоту 65–75 ударов в минуту. При увеличении частоты сердечных сокращений продолжительность сердечного цикла сокращается преимущественно за счет периода отдыха. По пульсу можно определить частоту, ритмичность и силу сердечных сокращений, которые свидетельствуют о функциональном состоянии как сердечно-сосудистой системы, так и всего организма. Пульс ощущается в местах, где большие артерии подходят близко к поверхности тела, например на внутренней стороне запястья, на висках, по бокам шеи. Каждое колебание отвечает сокращению сердца. Убедимся в этом, выполнив лабораторное исследование.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Измерение частоты сердечных сокращений

Оборудование: часы с секундной стрелкой.

1. Найдите у себя на запястье пульс, как это показано на рисунке 87. Потренируйтесь быстро его находить.
2. Включите секундомер и сосчитайте количество ударов за 30 с.
3. Полученные данные умножьте на 2. Так вы подсчитаете число сердечных сокращений в минуту.
4. Сосчитайте, сколько раз сердце сокращается в сутки. В неделю, год?



Рис. 87. Как найти пульс на запястье

Как сердце сохраняет свою работоспособность? Любая, даже самая тренированная, скелетная мышца через определенное время работы устает и нуждается в отдыхе. Сердечная мышца работает без отдыха. Чем это обусловлено? Миокард за 60 лет жизни человека в среднем сокращается 2,3 млрд раз и перекачивает более 150 млн литров крови. Такая исключительная работоспособность объясняется ритмичностью его работы (после сокращения обязательно наступает расслабление), высоким уровнем кровоснабжения миокарда (по коронарным артериям к сердечной мышце поступает самая насыщенная кислородом и питательными веществами кровь).

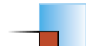
Как регулируется работа сердца? Хотя сердце сокращается автоматически, частота и сила его сокращений зависят от условий окружающей среды и состояния организма. Например, при интенсивной работе или во время выполнения физических упражнений частота сердечных сокращений возрастает. На работу сердца влияют также изменение температуры окружающей среды, боль, разные эмоции (гнев, страх, радость и т. п.). Все они усиливают или ослабляют сердечную деятельность.

Для того чтобы приспособить работу сердца к разным потребностям организма, существуют механизмы нервной и гуморальной регуляции его деятельности. Однако сердце – особый орган, который, кроме нейрогуморальных регуляторных механизмов, имеет и ***внутрисердечные***. Важнейшим из них является внутрисердечная регуляция силы сокращения сердечных мышц пропорционально количеству крови, притекающей к сердцу. То есть чем больше растягиваются желудочки, тем мощнее их сокращение.

К сердцу подходят нервы части нервной системы, регулирующей работу внутренних органов. Центр регуляции сердечной деятельности, тормозящий работу сердца, расположен в соответствующем отделе головного мозга. Нервные волокна, ускоряющие деятельность сердца, связаны с грудным участком спинного мозга. Импульсы, поступающие в сердце по этим нервным волокнам, увеличивают силу сокращений, ускоряют их частоту, улучшают проводимость и возбудимость сердечной мышцы. В условиях покоя или во время сна сердце уменьшает силу и частоту сокращений за счет ослабления влияния этих нервных волокон. Нервные центры, регулирующие работу сердца, действуют согласованно: если один из них возбуждается, то другой – тормозится.

Среди гуморальных факторов больше всего на работу сердца влияет гормон адреналин (*вспомните, этот гормон регулирует также процессы дыхания*). Он увеличивает частоту и силу сердечных сокращений. Сердечную деятельность также усиливает гормон щитовидной железы тироксин (детальнее о железах внутренней секреции и гормонах, какие они производят, вы узнаете в § 55). Деятельность сердца активизирует повышение концентрации в крови ионов Кальция. Повышение содержания ионов Калия, напротив, тормозит деятельность сердца.

Здоровье человека. Физическая деятельность (физический труд, регулярные спортивные тренировки) улучшает работу сердца. У тренированного человека при физических или психических нагрузках усиленное кровоснабжение органов обеспечивается не столько за счет увеличения частоты сердечных сокращений, сколько за счет увеличения силы сокращения. Это объясняется тем, что тренированное сердце за одно сокращение выбрасывает намного больше крови, чем нетренированное. Например, у



спортсменов за одно сокращение сердце может выбрасывать 200–250 мл при норме 65 мл. У нетренированного человека кровообращение усиливается в основном за счет увеличения частоты сокращений. Это приводит к усталости сердца: клеткам сердца недостает питательных веществ, в них накапливаются продукты обмена, сокращения становятся медленнее, снабжение органов и тканей кислородом и питательными веществами – недостаточным.

Нарушать работу сердца могут сильные эмоциональные нагрузки. Так, при значительных волнениях сердечная деятельность может нарушаться – развивается сердечный приступ. Он сопровождается ускоренным или, наоборот, замедленным сердцебиением, нарушением сокращения сердечной мышцы.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Уменьшение частоты сердечных сокращений до 45–50 ударов в минуту называется *брадикардия.* Ускоренное сердцебиение называется *тахикардия.* При частом сердцебиении желудочки не успевают наполниться кровью, в результате чего снижается артериальное давление и уменьшается приток крови к органам. Ухудшаются условия кровоснабжения самого сердца. Расстройство ритмичности, последовательности и силы сокращений сердечной мышцы называется *аритмия*. Она вызывается нарушениями автоматизма сокращений, возбудимости, проводимости сердца.

Таким образом, для тренировки сердца необходимо умственный труд чередовать с физическими упражнениями, чаще бывать на свежем воздухе. Физические нагрузки надо увеличивать постепенно. Чрезмерная нагрузка в начале тренировки может привести к истощению сердечной мышцы. Особенно следует быть осторожным подросткам 14–17 лет, у которых сосудистая система отстает в своем развитии от темпов развития сердца.

ЗАПОМНИТЕ! В случае нарушений работы сердца (изменения частоты и ритма сокращений, боли в области сердца и т. п.) немедленно обращайтесь к врачу.

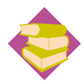
Большой вред сердцу наносит употребление алкоголя, наркотических веществ и курение табака. Эти вещества резко ускоряют сокращение сердца, истощают сердечную мышцу. Систематическое употребление алкоголя нарушает обмен веществ в мышечных клетках сердца, вызывая их постепенное перерожденне и отмирание.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **сердечный цикл, систола, диастола, артериальный пульс.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Ритмичные сокращения сердца составляют сердечный цикл, в котором выделяют три фазы: сокращение предсердий, сокращение желудочков и общее расслабление. Ритм сердца является основой его способности поддерживать высокую работоспособность на протяжении всей жизни человека. Работа сердца заключается в обеспечении непрерывного движения крови по кровеносным сосудам. Приспособление сердца к потребностям организма достигается благодаря саморегуляции, нервной и гуморальной регуляции работы сердца.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Из каких фаз состоит сердечный цикл? 2. Каковы основные характеристики отдельных фаз сердечного цикла? 3. Что влияет на деятельность сердца? 4. Как осуществляется нервная регуляция работы сердца? 5. За счет чего происходит

гуморальная регуляция сердечной деятельности? 6. Как человек может укреплять свое сердце? 7. Почему следует избегать чрезмерных физических нагрузок и стрессов?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите продолжительность сердечного цикла при частоте сердечных сокращений 72 уд./мин: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.
2. Укажите продолжительность систолы желудочков: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.
3. Укажите продолжительность диастолы: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.
4. Укажите показатели частоты пульса (уд./мин) у взрослого человека (в норме): а) 60–75; б) 72–85; в) 72–80; г) 80–90.

Решите задачу. Вычислите, сколько крови (л) перекачивает сердце человека за час, если оно сокращается в среднем 70 раз в 1 мин, выталкивая при каждом сокращении из двух желудочков 150 мл крови. Выберите правильный ответ: а) 630; б) 10,5; в) 105; г) 63.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Охарактеризуйте фазы сердечного цикла. II группа. Охарактеризуйте факторы, влияющие на регуляцию работы сердца.



ПОДУМАЙТЕ. Какая существует связь между нервной и гуморальной регуляцией деятельности сердца?



При помощи взрослых выполните ***исследовательский практикум***.

Самонаблюдение за частотой сердечных сокращений на протяжении суток, недели

1. Подсчитайте число сердечных сокращений в минуту (пульс) на протяжении суток (утром (до уроков), после уроков и перед сном) и на протяжении недели. Данные оформите в виде таблицы.
2. По результатам измерений постройте график.
3. Сделайте вывод об изменениях частоты сердечных сокращений на протяжении суток и недели.

§ 22. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ ПО ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЕ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ. АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Вспомните особенности кровообращения у разных групп позвоночных животных: рыб, амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих. Какую кровеносную систему называют замкнутой, а какую – незамкнутой? Что такое большой и малый круги кровообращения?

Мы уже вспоминали, что кровеносная система человека, кроме сердца, включает разные по размеру, строению и функциям кровеносные сосуды, по которым течет кровь.

Какие бывают кровеносные сосуды и каково их строение? Различают три вида кровеносных сосудов: артерии, вены и капилляры. ***Артерии*** (рис. 88, А) – сосуды, по которым кровь от сердца направляется к разным органам и тканям, независимо от того, артериальная она (поступает из левого желудочка) или венозная (поступает из правого желудочка). Самая крупная артерия в организме человека – ***аорта*** – начинается от левого желудочка сердца.

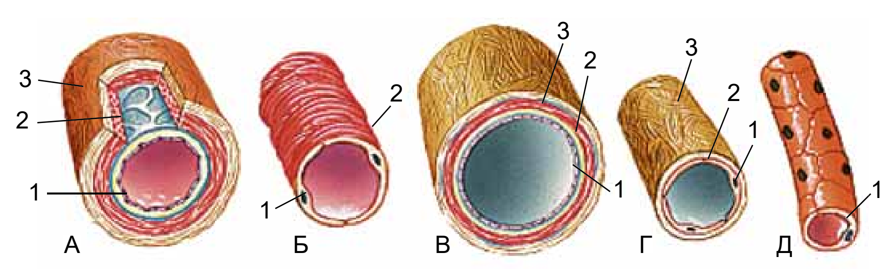


Рис. 88. Схема строения кровеносных сосудов: А – артерии; Б – артериолы; В – вены; Г – венулы; Д – капилляра (1 – эндотелий; 2 – мышечная оболочка; 3 – соединительнотканная оболочка)

Стенки артерий состоят из трех слоев: внутренний образован одним слоем эпителиальных клеток (эндотелием); средний слой стенок артерий образуют кольцевые и продольные неисчерченные мышцы, а внешний – волокнистая соединительная ткань. Сокращения мышц среднего слоя регулируют диаметр артерий.

В стенках больших артерий, таких как аорта или ствол легочных артерий, преобладают эластичные волокна, препятствующие их чрезмерному растяжению. Самые мелкие артерии – *артериолы* (рис. 88, Б).

Вены – сосуды, которые несут кровь от органов и тканей к сердцу (рис. 88, В). Их стенка, как и у артерий, состоит из трех слоев. Но, поскольку давление крови в венах по сравнению с артериями меньше, стенки вен более тонкие. Кроме того, в венах имеются полулунные (карманные) клапаны. Они свободно пропускают кровь в сторону сердца и препятствуют ее движению в обратном направлении. Самые мелкие вены называют *венулами* (рис. 88, Г). По ним кровь от капилляров поступает в систему вен.

Капилляры – микроскопические сосуды диаметром 4–20 мкм и длиной до 1 мм, которые соединяют артерии с венами. Тонкая стенка капилляров состоит только из одного слоя плоских клеток эндотелия (рис. 88, Д). Благодаря этому через их стенки может происходить обмен веществами с тканевой жидкостью, заполняющей межклеточные пространства. Через стенки некоторых капилляров могут проходить даже целые клетки, например определенные типы лейкоцитов (*см. рис. 75*). Капилляры образуют в органах и тканях густую сеть (рис. 89).

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! В мышцах на 1 мм^2 поперечного сечения насчитывается свыше 2 тыс. капилляров. В состоянии покоя открытыми являются лишь 5–10 % из них, тогда как другие закрыты с помощью особых мышц-зажимов. Общая площадь сечения всех капилляров тела человека составляет приблизительно 6300 м^2, а их количество – около 150 млрд. Если все капилляры организма человека сложить в линию, ими можно было бы опоясать земной шар 2,5 раза (общая длина капилляров достигает 100 тыс. км).

ЗАПОМНИТЕ! Капилляры обеспечивают связь между артериальной и венозной системами кровообращения (рис. 89).

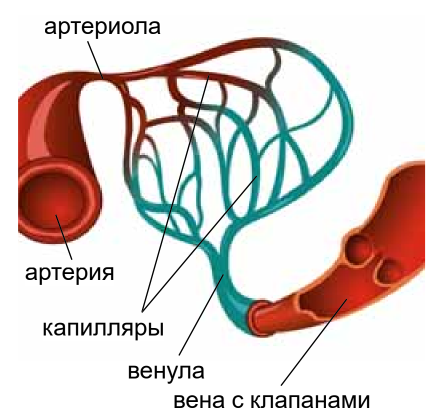


Рис. 89. Сеть капилляров

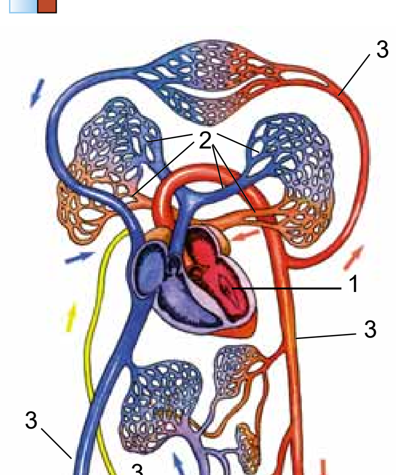


Рис. 90. Схема кровообращения человека: 1 – сердце; 2 – сосуды малого круга кровообращения; 3 – сосуды большого круга кровообращения

Что такое большой и малый круги кровообращения? Все артерии, вены и капилляры объединены в две системы сосудов, связаных с сердцем, – большой и малый круги кровообращения (рис. 90). **Большой круг кровообращения** начинается от левого желудочка сердца аортой, куда поступает артериальная кровь. По разветвлениям аорты (артериям) кровь поступает ко всем органам и тканям тела и попадает в капилляры. Там она превращается в венозную и по системе вен попадает в правое предсердие, а оттуда – в правый желудочек сердца. Самыми крупными венами нашего организма являются верхняя и нижняя полые вены. Они впадают в правое предсердие.

Верхняя полая вена – толстый короткий ствол, расположенный в грудной полости. Она собирает кровь от головы, шеи, груди и верхних конечностей. *Нижняя полая вена* значительно длиннее и начинается в брюшной полости. Она собирает кровь от нижних конечностей, органов брюшной полости (*см. рис. 80*).

Малый (легочный) круг кровообращения начинается от правого желудочка сердца легочным артериальным стволом, который разветвляется на правую и левую легочные артерии, несущие кровь к легким. Вы уже знаете, что в капиллярах легких происходит газообмен и венозная кровь превращается в артериальную. По легочным венам она течет к левому предсердию, а из него – в левый желудочек, откуда опять попадает в большой круг кровообращения.

ЗАПОМНИТЕ! В артериях большого круга кровообращения течет артериальная кровь, а в венах – венозная; в малом круге кровообращения наоборот: артерии содержат венозную кровь, а вены – артериальную.

Как кровь движется по сосудам? Как вам известно из курса физики, движение жидкости в любой трубке зависит от разницы давления на ее концах: жидкость течет в направлении уменьшения давления. Если эта разница отсутствует, то жидкость не течет. Поэтому движение крови по сосудам возможно лишь при определенной разнице давлений, которую создает и постоянно поддерживает сердце благодаря сокращениям желудочков. Во время сокращения желудочков в аорту и ствол легочных артерий выбрасывается кровь, которая давит на стенки этих артерий. Это давление повышается при сокращении желудочков и снижается при их расслаблении. Оно называется ***артериальным***. Самое высокое артериальное давление в аорте – до 150 мм рт. ст. С продвижением крови по сосудам оно снижается: в артериях среднего диаметра его наивысшие значения составляют

110–130 мм рт. ст., а при расслаблении желудочков – 60–80 мм рт. ст. В капиллярах давление не превышает 22 мм рт. ст. и еще больше снижается в венах.

Важное значение в обеспечении кровообмена имеет сокращение скелетных мышц. Они сжимают стенки вен, способствуя движению крови к сердцу (рис. 91, 1). Во время вдоха давление в грудной клетке становится ниже атмосферного, а в брюшной полости, где находится большая часть крови, оно более высокое. Это также способствует движению крови по венам. Кровь по венам течет только в одном направлении – к сердцу. Обратному ее движению препятствуют полулунные (карманные) клапаны (рис. 91, 2).

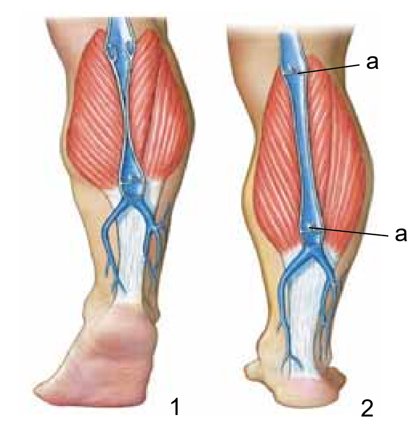
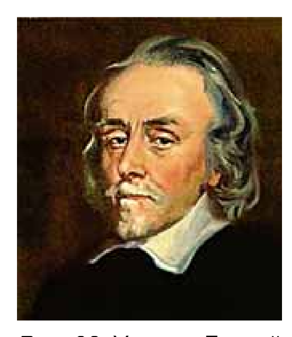


Рис. 91. Движение крови по венам: 1 – сокращения мышц проталкивают кровь по венам в направлении сердца; 2 – карманные клапаны (а) препятствуют обратному движению крови

Время полного обращения крови по большому и малому кругам вместе составляет около 20–25 с. При этом малый круг кровь проходит за 4–5 с, а большой – за 15–20 с. Наибольшая скорость кровотока в аорте (приблизительно 50–60 см/с). По мере продвижения крови от больших артерий (аорта, ствол легочных артерий) скорость движения крови снижается. Наименьшей она становится в капиллярах (0,3–0,5 мм/с). Это имеет важное физиологическое значение: медленное движение крови по капиллярам способствует лучшему обмену веществ между кровью и прилегающими тканями. Скорость движения крови от капилляров к венам постепенно растет до 10–15 см/с.

ЗАПОМНИТЕ! Через вены каждый раз в оба предсердия поступает такое же количество крови, какое выходит из желудочков.

***Здоровье человек**а.* Самыми простыми методами диагностической оценки деятельности сердечно-сосудистой системы являются измерения пульса и артериального давления. Вы уже научились измерять пульс, выполняя лабораторное исследование.


Рис. 92. Уильям Гарвей (1578–1657) – английский врач, анатом, физиолог и эмбриолог

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Закономерности движения крови по замкнутому кругу кровеносных сосудов впервые описал в 1628 г. У. Гарвей (рис. 92). За выдающиеся научные достижения ему при жизни был установлен памятник в Королевском колледже врачей в Лондоне.

Как регулируется кровообращение? Движение крови по сосудам регулируется нервной системой и некоторыми биологически активными веществами. Нервная регуляция движения крови имеет ряд особенностей. Так, к неисчерченным мышечным волокнам стенок большинства сосудов подходят лишь те нервы, импульсы от которых сужают просвет сосудов и, соответственно, повышают давление крови. Общую регуляцию движения крови обеспечивает сосудо-

двигательний центр соответствующего отдела головного мозга. Важное значение для кровообращения имеет и гуморальная регуляция. Например, некоторые гормоны (среди которых уже известный вам адреналин) сужают диаметр кровеносных сосудов, повышая давление крови в них. Другие биологически активные соединения, напротив, могут расширять просвет кровеносных сосудов.

Интенсивность кровообращения зависит и от физических нагрузок, температуры тела и т. п. Работающие органы всегда нуждаются в улучшенном кровоснабжении, потому что с кровью они получают дополнительные питательные вещества и кислород.

Здоровье человека. В случае заболевания сердечно-сосудистой системы кровоснабжение органов и тканей может нарушаться. У таких людей возможны резкие сужения просвета сосудов – *спазмы*. Повреждение кровеносных сосудов вызывает внешнее или внутреннее кровотечение, которое приводит к нарушению снабжения органов и тканей кислородом и питательными веществами и накоплению в них ядовитых продуктов жизнедеятельности. Потеря 2–2,5 л крови смертельна для человека.

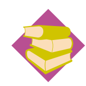
Устойчивое повышение артериального давления вызывает ***гипертоническую болезнь***. Она часто сопровождается снижением работоспособности, тяжелыми нарушениями функций разных органов и систем. Нарушение кровообращения при гипертонии вызывает головные боли, головокружения, иногда – обморок. Тяжелыми последствиями гипертонии являются внутренние кровоизлияния в мозг (***инсульт***), как следствие высокого давления крови и хрупкости стенок сосудов. Устойчивое снижение артериального давления – ***гипотония*** – сопровождается общей слабостью, головокружением и т. п. в результате ухудшения кровоснабжения разных органов, в частности головного мозга. Гипотонию вызывают неправильный образ жизни (недостаточные физические нагрузки, нарушение режима труда и отдыха, недостаточное питание), малокровие и т. п.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **артерии, вены, капилляры, малый круг кровообращения, большой круг кровообращения, артериальное давление, гипертония, гипотония.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Сосуды системы кровообращения – артерии, вены и капилляры – образуют большой и малый круги кровообращения. По малому кругу кровь от правого желудочка поступает в легкие, где забирает кислород и отдает углекислый газ. По большому кругу кровообращения кровь из левого желудочка разносит кислород и питательные вещества к клеткам всего тела и забирает от них углекислый газ и продукты расщепления веществ, которые выводятся из организма. Регулируют кровообращение нервная система и гуморальные факторы.
- Движение крови обеспечивается разницей давлений на начальных участках (где оно более высокое) и в конечных (где оно ниже) малого и большого кругов кровообращения. Повышение артериального давления относительно нормы называют *гипертонией*, а снижение – *гипотонией*.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое кровообращение? 2. Какие существуют виды кровеносных сосудов? 3. Каковы особенности строения артерий? 4. Каковы особенности строения вен? 5. Какое строение капилляров? 6. Какие вы знаете круги кровообращения? 7. Какие



сосуды образуют большой круг кровообращения и каковы его функции? 8. Сравните особенности строения и функции большого и малого кругов кровообращения.

Выберите один правильный ответ

1. Укажите кровеносные сосуды, которые несут кровь от сердца к органам и тканям: а) капилляры; б) артерии; в) вены; г) венулы.
2. Укажите кровеносные сосуды, через стенки которых происходит обмен веществ между кровью и тканевой жидкостью: а) артерии; б) вены; в) венулы; г) капилляры.
3. Укажите кровеносные сосуды, которые имеют полулунные клапаны: а) аорта; б) артерии; в) капилляры; г) вены.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Охарактеризуйте путь, который проходит кровь по малому кругу кровообращения, и его значение. II группа. Проследите путь крови по большому кругу кровообращения.



ПОДУМАЙТЕ. Почему малый круг кровообращения называют *легочным*?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Подготовьте презентацию на тему «С.С. Брюхоненко – выдающийся ученый-физиолог».

§23. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

Вспомните *из курса основ здоровья*, что такое кровотечение, какое значение имеет умение оказывать первую помощь при кровотечениях. Какие особенности строения сердца, сосудов? Какое заболевание называют гипертонией? Что такое гемофилия?

При повреждении сосудов возникают **кровотечения**. Быстрая значительная потеря крови очень опасна для организма. Она приводит к снижению кровяного давления, нарушению кровоснабжения мозга, сердца и всех других органов.

ЗАПОМНИТЕ! Своевременное прекращение кровотечения спасает жизнь человеку.

Какие бывают виды кровотечений? Различают капиллярное, венозное и артериальное кровотечения. ***Капиллярное кровотечение*** – это повреждение мелких сосудов (капилляров). Оно возникает даже при незначительном ранении. Поскольку кровь по капиллярам течет медленно и под небольшим давлением, то капиллярные кровотечения легко остановить. Поврежденные капилляры быстро закрываются тромбом, который образуется во время свертывания крови. Первой помощью при капиллярных кровотечениях является обеззараживание места ранения раствором гидроген пероксида или йодной настойкой и наложение на него стерильной повязки.



Рис. 93. Первая помощь при кровотечении из носа

Капиллярным является и кровотечение из носа. Чтобы его прекратить, нужно зажать нос, а на переносицу положить платочек, смоченный холодной водой (рис. 93).

Венозное кровотечение – это повреждение поверхностных вен (рис. 94, 1). Чтобы остановить венозное кровотечение, достаточно наложить

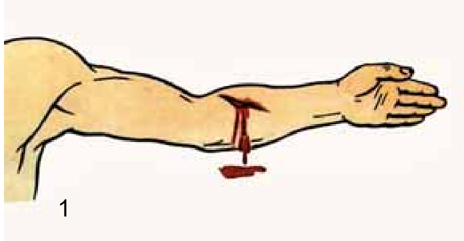




Рис. 94. 1. Венозное кровотечение. 2. Наложение повязки при венозном кровотечении

на рану повязку, которая сдавит стенки пораженных сосудов (рис. 94, 2). Если же повреждена большая вена, то накладывают давящий жгут ниже места ранения. После оказания первой помощи потерпевшего отправляют в травматологический пункт.

Артериальное кровотечение – это повреждение артерий, в результате чего кровь вытекает в виде пульсирующей струи, подобной фонтану (рис. 95, 1). Это кровотечение очень опасно для жизни и требует немедленных действий. При артериальном кровотечении раненную конечность надо поднять вверх – это уменьшит кровотечение. Выше места поражения (ближе к телу) наложить медицинский жгут, который передавит поврежденный сосуд. Самодельный жгут можно изготовить из полотенца, чистой ткани, простыни и т. п. Способ наложения жгута показан на рисунке 95, 2. Перед его наложением на раненное место следует положить чистый бинт или кусок ткани.

ЗАПОМНИТЕ! Чтобы не повредить нервы и кожу, жгут накладывают поверх одежды, платка или другой мягкой ткани. Если жгута нет, можно воспользоваться ремнем или же сделать закрутку из любого шнура, ткани. Для этого между тканью и телом вставляют крепкую палку и закручивают ткань до остановки кровотечения. Потом палку прибинтовывают к телу. После остановки кровотечения потерпевшего надо немедленно отправить в больницу. Жгут оставляют на конечностях не более чем на 1,5–2 часа, а в холодное время года – на 1 час, иначе наступит омертвение тканей. Чтобы это предотвратить, к жгуту прикалывают записку с точным указанием времени его наложения. Если потерпевшего за это время невозможно доставить в больницу, через 1,5–2 часа жгут ослабляют на 1–2 минуты. При возобновлении кровотечения жгут опять затягивают.

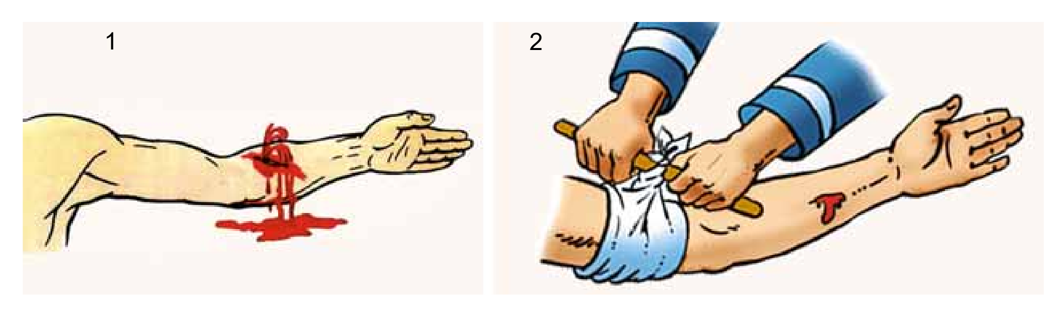


Рис. 95. 1. Артериальное кровотечение. 2. Наложение жгута. ***Задание.*** *Охарактеризуйте использование указанных способов остановки кровотечений в соответствии с пораженными участками тела*

Очень опасны для здоровья и жизни человека ***внутренние кровотечения*** – кровоизлияния в брюшную и грудную полости, полость черепа и т. п. Выявить их можно по внешнему виду человека – он бледнеет, дыхание становится поверхностным, пульс учащается и слабеет, выступает липкий холодный пот. В таком случае надо немедленно вызывать «скорую медицинскую помощь». До прибытия врача потерпевшего укладывают в кровать или придают полулежачее положение и к возможному месту кровотечения прикладывают грелку, бутылку или полиэтиленовый пакет, наполненные холодной водой или (желательнее) льдом или снегом.

Какие болезни поражают сердечно-сосудистую систему? Среди разных болезней заболевания сердечно-сосудистой системы являются самыми распространенными в мире. Они приводят к временной или полной потере работоспособности.

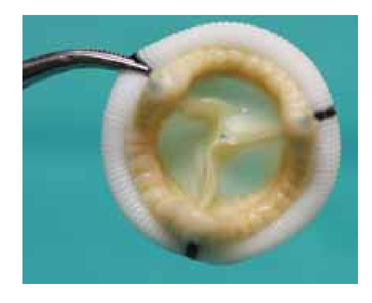


Рис. 96. Искусственный клапан сердца

Пороки сердца сопровождаются нарушением строения и функций сердечных клапанов или прилегающих к сердцу участков артерий или вен. Эти нарушения развиваются в результате некоторых заболеваний, например ***ревматизма***, или являются врожденными. При этом клапаны или пропускают недостаточное количество крови, или она течет в обратном направлении. Пороки сердца вызывают нарушение кровообращения и, соответственно, тяжелые расстройства нормальной деятельности организма человека. В случае значительного поражения клапана сердца и нарушения строения его отверстий необходимо хирургическое вмешательство, например вживление искусственных клапанов (рис. 96).

Инфаркт миокарда – это омертвение части мышечных клеток сердца в результате нарушения кровообращения в его сосудах. Приводят к развитию инфаркта миокарда переутомление, чрезмерные физические нагрузки, психические травмы, гипертония, курение и т. п.

Аритмия – нарушение нормального ритма деятельности сердца. Она возникает вследствие изменений основных функций сердца: автоматии, проведения возбуждения и сократимости. Причинами появления аритмий могут быть инфекционные заболевания, действие ядовитых веществ, психические перенапряжения.

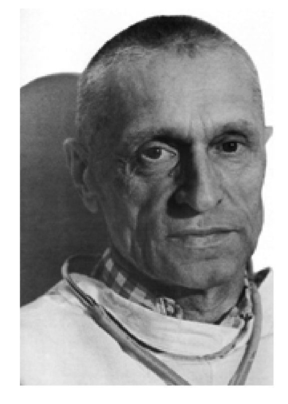
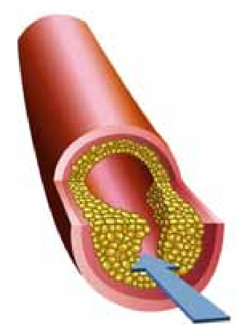


Рис. 97. Н.М. Амосов (1913–2002)

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Вопросами хирургического лечения заболеваний легких и сердца, искусственного кровообращения занимался выдающийся отечественный хирург-кардиолог, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН и АМН Украины Николай Михайлович Амосов (рис. 97).

Какие бывают заболевания сосудов? **Дистония** – нарушение тонуса артерий, в результате чего нарушаются кровообращение и кровоснабжение органов. Признаки – головная боль, повышенная утомляемость. Чаще всего причиной дистонии являются нарушения нервной регуляции сосудов, неврозы, низкая физическая активность.


Рис. 98. Сужение просвета артерии

Инсульт – внезапное острое нарушение кровообращения в головном мозге, которое приводит к повреждению ткани мозга и расстройствам его функций. Следствием инсульта является спазм, закупорка или разрыв кровеносных сосудов. Інсульт могут вызвать сильные эмоциональные напряжения, гипертония, атеросклероз и другие болезни сердечно-сосудистой системы.

Атеросклероз – хроническое заболевание, которое характеризуется уплотнением и потерей эластичности стенок артерий, сужением их просвета и частым образованием тромбов (рис. 98). Следствием этой болезни является нарушение кровоснабжения органов. Причины возникновения атеросклероза – гипертоническая болезнь, сахарный диабет, ожирение, злоупотребление жирной пищей, нервные перенапряжения, наследственная предрасположенность, а также употребление алкоголя.

Гипертоническая болезнь – общее заболевание человека, основным проявлением которого является повышение артериального давления. Развитию гипертонической болезни способствуют негативные эмоции, напряженный умственный труд, атеросклероз, курение, употребление алкоголя, наследственная предрасположенность. Осложнениями гипертонической болезни являются инфаркт миокарда, сердечная недостаточность, инсульт, недостаточность функции почек.

К нарушению кровообращения приводит **варикозное расширение вен** (от лат. *варикс* – узел). При этом заболевании в венах нижних конечностей застаивается кровь, поэтому они рельефно выступают под кожей. Варикозное розширение вен развивается в основном у людей, которые постоянно находятся на ногах и мало двигаются. Кроме того, его могут вызывать вредные привычки (например, курение), эмоциональные стрессы, нерациональное питание и т. п. Больные чувствуют сильную боль в пораженных местах. Причиной этого заболевания является потеря эластичности стенок вен нижних конечностей, нарушение работы их клапанов.

Застой крови в венах вызывает образование тромбов. Это заболевание называется **тромбофлебит** (от греч. *тромбос* – сгусток и *флебос* – вена). Образование тромба нарушает кровообращение. Существует опасность того, что, оторвавшись от стенки сосуда, тромб с кровотоком может попасть в сердце или легочные артерии.

Для профилактики варикозного расширения вен и тромбофлебита необходимо правильно чередовать периоды труда и отдыха, регулярно заниматься спортом и т. п. Известно, что регулярные физические нагрузки повышают тонус сосудов, укрепляют сердечную мышцу. При первых признаках варикозного расширения вен необходимо немедленно обратиться к врачу.

Какие основные причины возникновения сердечно-сосудистых заболеваний? Многочисленные исследования врачей многих стран мира выявили следующие основные факторы риска, угрожающие здоровью человека (рис. 99).

Предотвратить развитие заболеваний сердечно-сосудистой системы помогут дозированные физические нагрузки (бег, плавание, велоспорт, игровые виды спорта), которые укрепляют сердечную мышцу, повышают ее работоспособность и тонус сосудов.

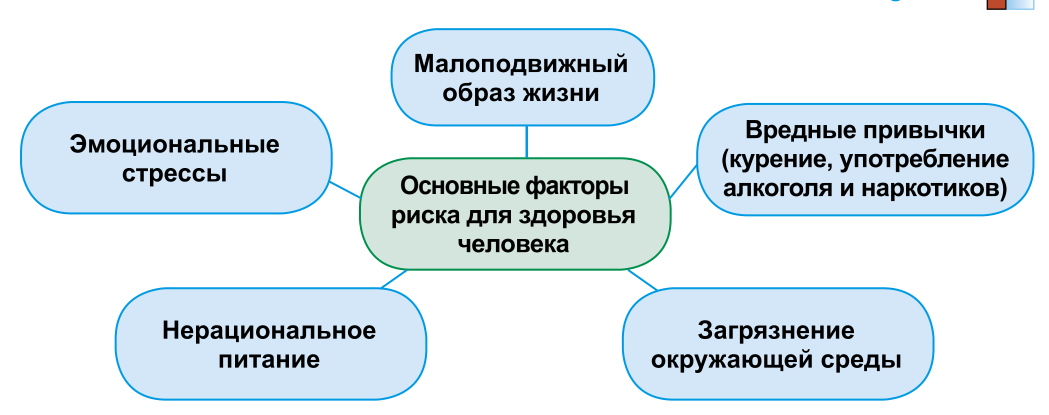


Рис. 99. Схема, иллюстрирующая основные факторы риска для здоровья человека

Здоровье человека. Интенсивность физических нагрузок должна быть сугубо индивидуальной и зависит от уровня функциональных возможностей организма. Ее определяют по частоте сердечных сокращений. Здоровым юношам и девушкам для поддержания функционального состояния организма показана физическая нагрузка трижды в неделю по полчаса.

ЗАПОМНИТЕ! После перенесенных инфекционных заболеваний (ангины, гриппа) физические нагрузки возможны только после полного выздоровления, иначе могут возникнуть осложнения.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **капиллярное, венозное и артериальное кровотечения, аритмия, дистония, инфаркт, инсульт, атеросклероз, тромбофлебит.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- При повреждении сосудов возникают кровотечения. Различают капиллярные, венозные и артериальные кровотечения. Самые опасные из них – артериальные. Каждый человек должен знать, как оказать первую помощь при кровотечении.
- Сердечно-сосудистые заболевания – самые распространенные среди всех болезней. Основными причинами их возникновения являются низкая двигательная активность, курение, употребление алкоголя, наркотиков, психические перенапряжения, нерациональное питание, загрязнение окружающей среды. Спортивные нагрузки, закаливание организма, рациональное питание являются основными средствами предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какую первую помощь следует оказывать человеку в случае артериального, венозного и капиллярного кровотечений? 2. Какое значение имеет здоровый образ жизни для предотвращения заболеваний сердечно-сосудистой системы?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите действия, которые нужно немедленно выполнить для остановки артериального кровотечения: а) наложить повязку; б) наложить жгут; в) место травмы прикрыть несколькими слоями стерильных марлевых повязок; г) обработать место ранения спиртовым раствором йода.
2. Укажите заболевание, которое сопровождается кровоизлияниями в головной мозг: а) атеросклероз; б) инфаркт миокарда; в) инсульт; г) тромбофлебит.
3. Укажите болезнь сердца: а) дистония; б) инфаркт миокарда; в) инсульт; г) тромбофлебит.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Способы предоставления первой помощи при капиллярном и венозном кровотечениях. II группа. Способы предоставления первой помощи при артериальном кровотечении.



ПОДУМАЙТЕ. Почему при повреждении артерии повязку накладывают выше места повреждения, а при ранении вены – ниже?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте памятку «Как избежать развития сердечно-сосудистых заболеваний».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите основную функцию эритроцитов: а) транспорт кислорода; б) секреторная; в) свертывание крови; г) защитная.

2. Укажите, когда возникает резус-конфликт: а) во время беременности, когда мать и ребенок резус-положительные, но у них разные группы крови; б) во время беременности, когда мать и ребенок резус-отрицательные, но у них разные группы крови; в) во время беременности, когда мать и ребенок резус-отрицательные и у них одинаковые группы крови; г) во время беременности, когда мать резус-отрицательная, а ребенок – резус-положительный.

3. Укажите, чем обусловлена резус-позитивность: а) наличием резус-фактора в мембранах эритроцитов; б) наличием резус-фактора в плазме крови; в) наличием резус-фактора в межклеточной жидкости; г) наличием резус-фактора в ядрах эритроцитов.

4. Укажите, где в организме человека самая низкая скорость движения крови: а) в больших артериях; б) в венах; в) в капиллярах; г) в мелких артериях.

5. Укажите сосуды организма человека, в которые поступает кровь из правого желудочка: а) ствол легочных артерий; б) легочные вены; в) аорта; г) верхняя и нижняя полые вены.

6. Укажите путь крови по малому кругу кровообращения: а) от левого желудочка к разным внутренним органам, а от них – к правому предсердию; б) от левого желудочка – к разным тканям, а от них – к левому предсердию; в) от правого желудочка к легким, а от легких – к левому предсердию; г) от правого желудочка к легким, а от легких – к правому предсердию.

7. Укажите количество крови (л), которое перекачивает сердце человека в течение часа, если оно сокращается в среднем 70 раз в 1 мин, выбрасывая при каждом сокращении из двух желудочков 150 мл крови. Выберите правильный ответ: а) 630; б) 10,5; в) 105 г) 63. Почему?

Выберите три правильных ответа

8. Охарактеризуйте сердце человека.

А Строение сердца	**Б** Камера сердца, с которой начинается большой круг кровообращения	**В** Камера сердца, с которой начинается малый круг кровообращения
1 однокамерное **2** двукамерное **3** трехкамерное **4** четырехкамерное	**1** правое предсердие **2** левое предсердие **3** правый желудочек **4** левый желудочек	**1** правое предсердие **2** левое предсердие **3** правый желудочек **4** левый желудочек

9. ***Установите правильную последовательность*** большого круга кровообращения: а) правое предсердие; б) левый желудочек; в) аорта; г) нижняя и верхняя полые вены; д) капилляры; е) артерии.

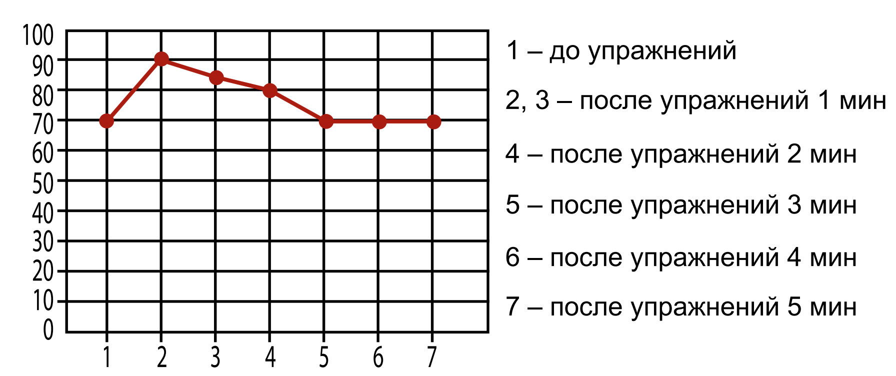
10. ***Установите соответствие*** между сердечно-сосудистыми заболеваниями и их признаками.



А инфаркт миокарда
Б аритмия
В дистония
Г атеросклероз

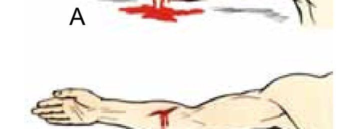
1 уплотнение стенок артерий за счет разрастания соединительной ткани
2 омертвение отдельных частей сердечной мышцы
3 нарушение сердечного ритма
4 нарушение тонуса сосудов
5 повышение артериального давления

11. ***Работа с графиком***. Владимир измерял свой пульс перед началом выполнения физических упражнений, пульс составлял 70 ударов в минуту. После выполнения упражнений он измерял пульс через 1, 2, 3, 4, 5 минут. По результатам своих измерений Владимир построил график изменения показателей пульса.



Рассмотрите график и объясните, как изменялись показатели пульса во время физической нагрузки и после нее. Почему учитель физкультуры перед физическими упражнениями предлагает ученикам измерять частоту пульса?

12. Назовите виды кровотечения, изображенные на рисунке, и действия, которые необходимо выполнить при кровотечении, обозначенном буквой А.



13. Схематически изобразите путь, по которому пройдут лекарства по кровеносной системе от места введения (лекарства введены в вену правой руки) к месту их действия (должны подействовать на ткани головы).



Тема 5

ПРОЦЕССЫ ВЫДЕЛЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

В процессе обмена веществ образуются конечные продукты, которые постоянно выводятся из организма. Какие органы и системы участвуют в этом? Какое значение имеет выведение конечных продуктов обмена веществ для нормального функционирования организма человека? Как организм человека приспосабливается к температурным изменениям внешней среды?

§ 24. ВЫДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА – ВАЖНЫЙ ЭТАП ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ. СТРОЕНИЕ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните строение выделительной системы у позвоночных животных. Каково ее значение для нормального функционирования организма? Что такое фильтрация, реабсорбция, давление, осмос? Какие рефлексы называют условными и безусловными?

Вы уже знаете, что в процессе обмена веществ образуются конечные продукты, которые дальше уже не могут быть использованы организмом и должны быть удалены из него. Среди них, в частности, аммиак, мочевая кислота, мочевина, углекислый газ. Эти вещества непрерывно образуются в клетках, из них они попадают в межклеточную жидкость, лимфу и дальше – в кровь. Вода – это особенный конечный продукт обмена веществ, потому что она может повторно использоваться организмом для его потребностей. Но для поддержания постоянства внутренней среды ее избыток должен постоянно выводиться из организма, как и избыток минеральных солей. Из организма выводятся также любые инородные и ядовитые вещества, которые попали извне.

Физиологические процессы выведения из организма конечных продуктов обмена, инородных и ядовитых веществ, направленные на поддержание постоянства его внутренней среды, называют **выделением.**

В организме человека процессы выделения обеспечивают почки, печень, легкие, кишечник и кожа (рис. 100).

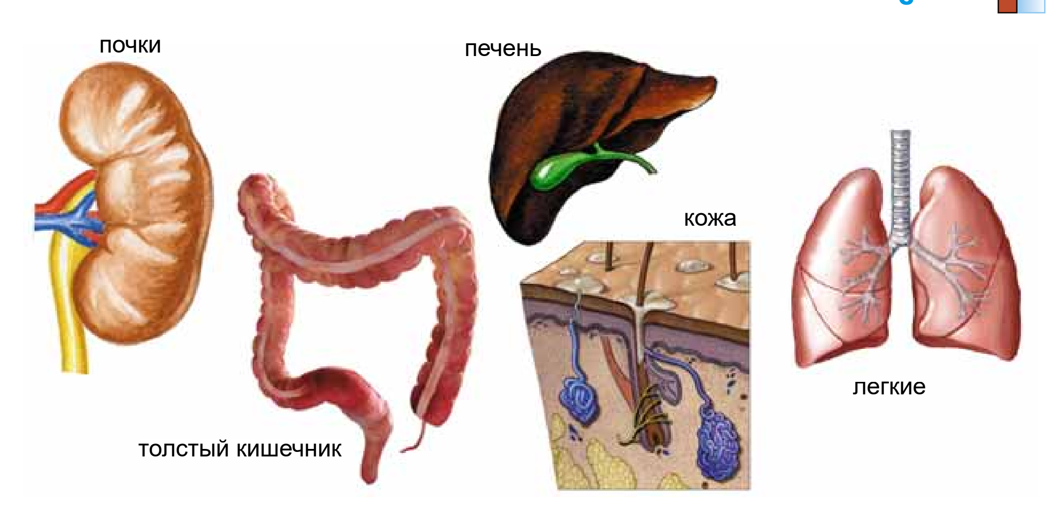


Рис. 100. Органы, участвующие в выделительных процессах организма. ***Задание.*** *Рассмотрите органы, изображенные на рисунке, назовите и охарактеризуйте продукты, которые они выводят из организма*

Через легкие выделяются углекислый газ, вода в виде пара (вспомните, как хорошо это видно морозным утром, когда вы спешите в школу) и некоторые летучие вещества. Частично выделительную функцию выполняют все железы пищеварительной системы. Благодаря им из организма выводятся не только непереваренные остатки пищи, но и конечные продукты обмена Феррума (*вспомните функции печени*), некоторые яды и вредные соли тяжелых металлов. Через потовые железы выводится вода и растворенные в ней минеральные соли. О выделительной функции кожи вы узнаете из § 26.

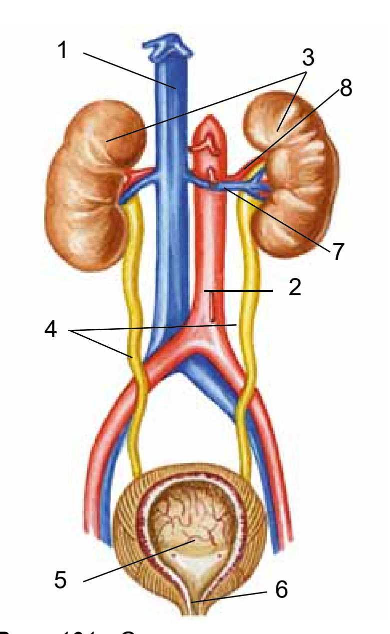


Рис. 101. Строение мочевыделительной системы: 1 – нижняя полая вена; 2 – брюшная аорта; 3 – почки; 4 – мочеточники; 5 – мочевой пузырь; 6 – мочеиспускательный канал; 7 – почечная вена; 8 – почечная артерия

Ведущая роль в процессах выделения принадлежит **мочевыделительной системе.** При ее участии из организма постоянно выводится большая часть растворимых продуктов расщепления органических веществ, в частности *мочевина* и *мочевая кислота*.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Мочевина и мочевая кислота – органические соединения с небольшими размерами молекул, которые содержат Нитроген и являются конечными продуктами расщепления белков и некоторых других органических веществ.

В состав мочевыделительной системы входят почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (рис. 101).

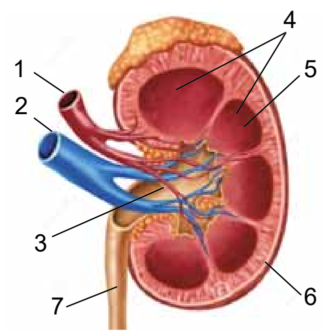


Рис. 102. Строение почки: 1 – почечная артерия; 2 – почечная вена; 3 – почечная лоханка; 4 – мозговой слой; 5 – почечная пирамида; 6 – корковый слой; 7 – мочеточник

Каково строение органов мочевыделительной системы? **Почки** – парные органы, расположенные в брюшной полости на уровне поясницы с обеих сторон позвоночника (рис. 102). По своей форме они напоминают семя фасоли. У взрослого человека каждая почка весит около 160 г. Каждая почка снаружи окружена жировой капсулой, а сама ткань почки покрыта плотной соединительнотканной оболочкой. На внутренней вогнутой поверхности почки имеется глубокая выемка. Это так называемые *ворота почки*. Через них в почку заходят *почечные артерии* и нервы, а выходят *почечные вены*, лимфатические сосуды и *мочеточник*. Он начинается от уплощенного воронковидного образования – *почечной лоханки* (рис. 102).

На продольном разрезе почки хорошо заметны два слоя почечного вещества, которые отличаются друг от друга цветом и структурой. Внешний слой называется *корковый*, он темно-красного цвета. Такой цвет ему придают многочисленные кровеносные сосуды. Внутренний слой называется *мозговой*. Он включает в себя конусовидные образования – *почечные пирамиды*, разделенные прослойками коркового вещества. На верхушке каждой пирамиды открывается 10–20 протоков, по которым в почечную лоханку поступает моча.

Мочеточник – орган в виде трубки, который соединяет почечную лоханку и мочевой пузырь. Стенка мочеточника состоит из трех слоев: внешнего – соединительнотканного, среднего – мышечного и внутреннего – эпителиального, который выделяет слизь. Наличие слизи предотвращает раздражение стенок мочеточника мочой. Перистальтические (волнообразные) сокращения неисчерченных мышц стенок мочеточников обеспечивают движение мочи от почек к мочевому пузырю. (*Вспомните, что подобным образом движется пища по пищеварительному каналу.*)

Мочевой пузырь – это полый орган, служащий для накопления и выведения мочи. Его внутренняя поверхность устлана многослойным эпителием, защищающим стенки пузыря от раздражения мочой. Мышечная оболочка мочевого пузыря состоит из трех слоев мышц. Круговой слой мышц увыхода мочевого пузыря образует утолщение – сфинктер. Он открывает и закрывает выход в мочеиспускательный канал. Снаружи мочевой пузырь покрыт соединительнотканной оболочкой.

Как образуется моча? Основную массу почек составляют особенные микроскопические структуры – ***нефроны*** (рис. 103). Именно они осуществляют основные процессы мочеобразования. Поэтому их считают *структурно-функциональными единицами почки*. В каждой почке содержится свыше 1 млн нефронов.

Каждый нефрон состоит из двустенной *капсулы*, в которой находится *клубочек капилляров*, и *мочевого канальца* (рис. 103). Капсула нефрона имеет вид полого шара, стенки которого образованы двумя слоями эпителиальных клеток. Полость капсулы переходит в мочевой каналец. В мозговом

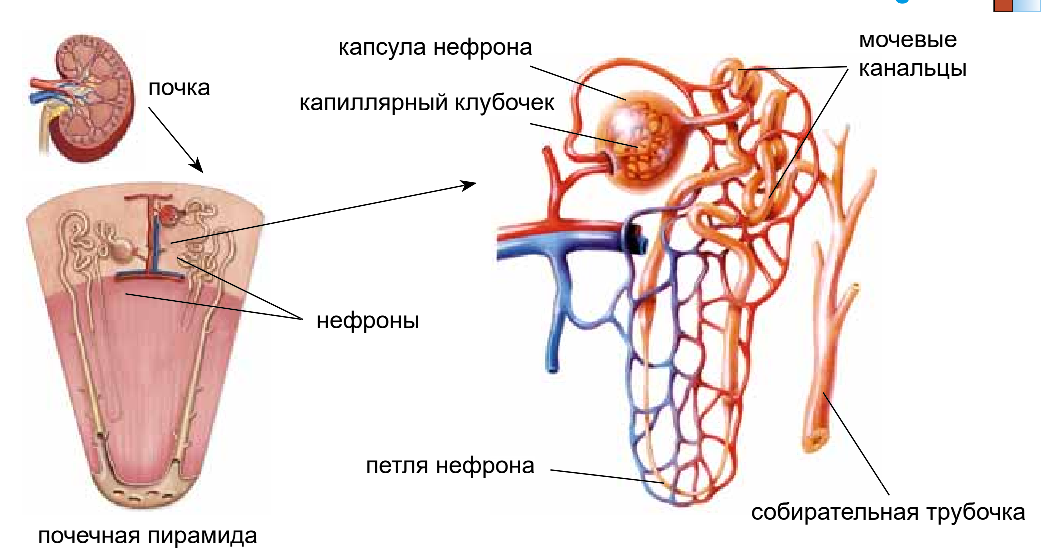


Рис. 103. Строение нефрона. ***Задание.*** *Проследите этапы образования мочи в нефроне*

слое почки этот каналец образует петлю, после чего возвращается в корковый слой. Здесь он вместе с мочевыми канальцами другого нефрона срастается в больший так называемый *собирательный каналец*. Такие собирательные канальцы объединяются в проток – собирательную трубочку, которая открывается на верхушке почечной пирамиды. В каждой почке общая длина всех канальцев составляет около 70–100 км, а их поверхность достигает 25 м^2. Это обусловлено огромным объемом работы, которую выполняют почки, очищая кровь от конечных продуктов обмена и образуя мочу.

Вещества, которые необходимо вывести из организма человека, поступают в почку по почечным артериям. Сосуд, дающий начало клубочку капилляров, называется *приносным*, а тот, который выходит из клубочка, – *выносным*. Уникальной особенностью выносного сосуда является то, что он не переходит в венулы, а еще раз разветвляется на капилляры, оплетающие стенки мочевого канальца. Только после этого капилляры переходят в венозные сосуды, по которым кровь выходит из почки.

Приносной сосуд имеет больший диаметр, чем выносной. Эта разница в диаметре приносного и выносного сосудов приводит к тому, что кровяное давление в капиллярах клубочка достигает 60–70 мм рт. ст., тогда как во всех других капиллярах тела человека давление не превышает 22 мм рт. ст. За счет разницы давления сквозь стенки капилляров клубочка из плазмы крови в полость капсулы выжимается часть воды и растворенные в ней составляющие белков – аминокислоты, а также глюкоза, мочевина, неорганические соединения и т. п. Образованная жидкость называется ***первичная моча***. По своему химическому составу она напоминает плазму крови, но, в отличие от плазмы, не содержит белков. Ведь через поры (мелкие отверстия) в стенках капилляров клубочков крупные молекулы белков и клетки крови не проходят. Процесс образования первичной мочи в нефронах называется **фильтрация**.

За сутки через почки протекает 1500–1800 л крови и соответственно образуется 150–180 л первичной мочи. Из капсулы первичная моча попадает в мочевой каналец, оплетенный сетью капилляров (*вспомните, это*

именно те капилляры, которые повторно образуют выносной сосуд). Здесь происходит *обратное всасывание* из жидкости канальца в плазму крови большей части воды, аминокислот, глюкозы, витаминов, неорганических соединений и т. п., то есть нужных организму веществ. Этот процесс называется **реабсорбция**.

В результате реабсорбции 99,2 % объема первичной мочи снова возвращается в кровь. Но часть мочи, пройдя почечный каналец, попадает в собирательную трубочку. В норме эта моча содержит лишь мочевину, мочевую кислоту, аммиак, неорганические соли и пигменты, которые придают ей определенный цвет. Ее называют ***вторичной мочой***. За сутки у человека образуется приблизительно 1,5 л вторичной мочи. В ней меньше, чем в крови, концентрация натрий хлорида, тогда как концентрация мочевины больше в 60–70 раз.

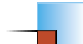
ЗАПОМНИТЕ! При нормальной работе почек во вторичной моче не должно быть белков и глюкозы. Их появление свидетельствует о нарушении работы почек и обмена веществ в организме.

Как осуществляется мочеиспускание? Образованная в почках моча по мочеточникам, благодаря перистальтическим сокращениям мышц их стенок, постепенно поступает в мочевой пузырь. Когда мочевой пузырь наполняется мочой, его стенки растягиваются (объем наполненного мочевого пузыря у взрослого человека может достигать 0,75 л). Это вызывает раздражение рецепторов, расположенных в его стенках. Нервные импульсы, образующиеся вследствие этого, по чувствительным нервам направляются в крестцовый отдел спинного мозга. Там находится центр мочеиспускания. Он посылает нервные импульсы, вызывающие расслабление сфинктера и сокращение мышц стенок пузыря и мочеиспускательного канала. Моча выводится наружу. Так происходит ***непроизвольное***, или ***безусловно-рефлекторное***, ***мочеиспускание***.

С 1,5–2 лет у детей устанавливается ***произвольное мочеиспускание*** (то есть зависимое от сознания), потому что его начинают регулировать определенные центры коры больших полушарий головного мозга. Под воздействием сигналов, поступивших к этим центрам, человек чувствует позывы к мочеиспусканию. В свою очередь, сигналы, возникшие в коре полушарий, могут тормозить центр мочеиспускания в спинном мозге. Именно поэтому, начиная с определенного возраста, человек способен сознательно регулировать процессы выведения мочи из организма.

Кроме выделения конечных продуктов обмена веществ, почки участвуют в поддержании постоянства объема и состава плазмы крови, лимфы и тканевой жидкости. Они являются одними из тех органов, которые обеспечивают гомеостаз нашего организма. Кроме того, почки способны обезвреживать некоторые токсичные продукты обмена. Также в почках синтезируется витамин D_3, гормоны и вещества, стимулирующие образование эритроцитов.

Как осуществляется нервная и гуморальная регуляция работы почек? Нервная система регулирует процессы мочеобразования, сужая или расширяя кровеносные сосуды почек. Работу почек контролируют нервные центры, расположенные в коре полушарий головного мозга: увеличение



или уменьшение выделения мочи может происходить под воздействием определенных эмоциональных состояний, стрессов и т. п.

Нервная регуляция мочеобразования тесно связана с гуморальной. В стенках сосудов имеются рецепторы, реагирующие на изменения концентрации солей в крови. В частности, при резком повышении концентрации солей в крови нервные импульсы от этих рецепторов по чувствительным нервам направляются в головной мозг, а оттуда – в эндокринную железу, связанную с головным мозгом, – гипофиз. Эта железа увеличивает выделение в кровь антидиуретического гормона, усиливающего обратное всасывание воды в канальцах нефрона. Под воздействием этого гормона уменьшается количество образованной мочи. Соответственно уменьшаются расходы воды организмом, снижается концентрация солей в крови. Если в организме есть излишек воды, то концентрация солей в крови становится низкой, и гипофиз перестает выделять в кровь антидиуретический гормон. Уменьшает выведение с мочой воды также гормон адреналин, поскольку он сужает сосуды почки (*вспомните, на какие еще процессы в организме человека влияет адреналин*).

✿ *Ключевые термины и понятия:* **почка, нефрон, мочеточник, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, первичная моча, вторичная моча.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Конечные продукты обмена веществ, излишек воды и минеральных солей, а также инородные вещества выводятся из организма через кожу, легкие и пищеварительную систему. Основную часть процессов выделения обеспечивает мочевыделительная система. Она образована парой почек, мочеточниками, мочевым пузырем и мочеиспускательным каналом. Структурной и функциональной единицей почки является нефрон. Почки, кроме выведения конечных продуктов обмена, участвуют в регуляции водно-солевого обмена веществ и в поддержании постоянства осмотического давления жидкостей тела.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какое значение имеет выделение конечных продуктов обмена веществ из организма? 2. Каково строение почек? 3. Каково строение нефрона? 4. Как образуется первичная моча? 5. Благодаря чему образуется вторичная моча? 6. Чем различаются по химическому составу первичная и вторичная моча? 7. Как моча выводится из организма человека? 8. Как регулируются процессы мочеобразования и мочевыделения?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите органы, которые участвуют в выведении из организма продуктов обмена: а) почки, легкие, кожа, кишечник; б) сердце, легкие, кожа, печень; в) головной мозг, кожа, кишечник, печень; г) желудок, спинной мозг, печень, кожа, почки.
2. Укажите, где расположены почечные пирамиды: а) в корковом слое почек; б) в мозговом слое почек; в) в почечной лоханке; г) в надпочечниках.
3. Укажите структурную и функциональную единицу почек: а) альвеола; б) нейрон; в) нефрон; г) канальцевый аппарат.
4. Укажите количество вторичной мочи (л), которая образуется у человека за сутки: а) 1500; б) 150; в) 1,5; г) 0,15.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Установите четкую последовательность процессов образования первичной и вторичной мочи и обоснуйте их значение.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Врачи-урологи называют почки «биологическими фильтрами» организма человека. Почему они получили такое название? 2. Какая связь существует между работой выделительных органов и деятельностью других систем органов в организме человека?

§ 25. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

Вспомните, что такое инфекция. Каково строение и каковы функции органов мочевыделительной системы? Что такое анемия? Какие ее симптомы?

Вы уже знаете, что для нормального функционирования организма из него должны постоянно выводиться конечные продукты обмена веществ, инородные вещества, а также вещества, находящиеся в избытке. Поэтому нарушение деятельности любого из органов мочевыделительной системы в результате заболевания приводит к существенным изменениям в деятельности всего организма человека.

Каковы основные признаки и симптомы нарушения деятельности органов мочевыделительной системы? Центральным органом мочевыделительной системы являются почки, поэтому поражение их очень опасно для организма. Признаки нарушения деятельности почек: появление отеков, тупая, ноющая боль в пояснице (иногда внезапная и сильная) или в нижней части живота, внезапное «беспричинное» изменение количества (очень мало или больше, чем обычно) и цвета мочи, повышенное артериальное давление, головная боль, анемия и общая слабость. Появление любого из этих симптомов является основанием для немедленного обращения к врачу. Определяющим в диагностировании заболеваний мочевыделительной системы является лабораторный анализ мочи. Основными доказательствами заболеваний мочевыделительной системы являются появление в моче эритроцитов, белков и повышенное количество лейкоцитов.

Почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал могут поражаться болезнетворными микроорганизмами, которые попадают в эти органы через кровь из разных очагов инфекции в организме, например во время ангины, заболевания зубов и т. п. Если человек не соблюдает правил личной гигиены, болезнетворные микроорганизмы проникают через мочеиспускательный канал в мочевой пузырь и оттуда распространяются на другие органы мочевыделительной системы, вызывая их воспаление.

Воспалительным инфекциям и распространению микроорганизмов способствуют общее переохлаждение организма, простуда.

Здоровье человека. Для профилактики заболеваний органов мочевыделительной системы их следует оберегать от переохлаждения. Поэтому важно следить за тем, чтобы одежда отвечала погодным условиям.

Какие бывают заболевания органов мочевыделительной системы? К наиболее опасным заболеваниям мочевыделительной системы относится воспаление нефронов – **гломерулонефрит**. Чаще всего гломерулонефрит развивается как следствие нарушений в деятельности иммунной системы

после заболеваний ангиной, дифтерией или скарлатиной и некоторыми другими инфекционными болезнями. При гломерулонефрите поражается клубочек капилляров нефрона, а со временем большое количество нефронов разрушается полностью. Стенки капилляров клубочков становятся проницаемыми для белковых молекул и начинают пропускать клетки крови. Поскольку белки плазмы крови переходят в мочу, то в самой плазме снижается осмотическое давление, и вода переходит из крови в ткани. Следствием этого является образование отеков.

ЗАПОМНИТЕ! Гломерулонефрит требует немедленного лечения после появления первых симптомов. При отсутствии лечения может наступить смерть или заболевание приобретет хроническую форму, которая также может быть смертельно опасной.

Пиелонефрит – воспалительный процесс с преимущественным поражением канальцевой системы почки (почечной лоханки). Заболевание сопровождается частым и болезненным мочеиспусканием, повышением температуры тела, болью в поясничном отделе, сонливостью, общим недомоганием.

Цистит – воспаление слизистой оболочки мочевого пузыря, **уретрит** – воспаление слизистой оболочки мочеиспускательного канала. Эти заболевания вызывают разные микроорганизмы, попавшие в мочевой пузырь или мочеиспускательный канал в результате несоблюдения правил личной гигиены или при переохлаждении. Воспалительные процессы в этих органах сопровождаются частыми позывами к мочеиспусканию, болезненными ощущениями во время его, повышением температуры и т. п. Цистит и уретрит опасны разными осложнениями, поэтому при появлении боли или любых нарушениях мочеиспускания следует обязательно обратиться к врачу.

Здоровье человека. При полном нарушении мочевыделительной функции почек во врачебной практике применяют аппарат «искусственная почка». С помощью этого аппарата из крови больного удаляют конечные продукты обмена. Такую процедуру через несколько дней надо проводить снова.

Одной из распространенных болезней мочевыделительной системы является ***мочекаменная болезнь***. Она проявляется образованием так называемых камней в почках и мочевыводящих путях (рис. 104). Эти «камни» образуются из компонентов мочи – солей мочевой кислоты, кальций ортофосфата и т. п. «Камни» усложняют выделение мочи, поражают слизистую оболочку, вызывая сильную боль. Иногда во время физических нагрузок или активных занятий спортом «камни» сдвигаются с привычного места и попадают в мочеточник. Это вызывает ***почечную колику*** – сильную боль в области живота и в пояснице. Может значительно повышаться температура.

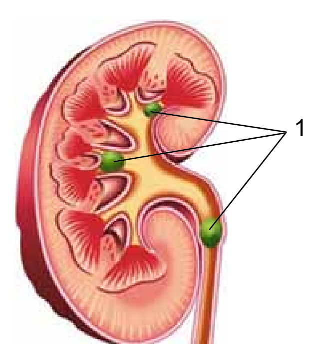


Рис. 104. Образование «камней» (1) в почке

Как предотвратить заболевания органов мочевыделительной системы? Во избежание заболеваний мочевыделительной системы, надо своевременно лечить разные инфекционные болезни и воспалительные процессы, вести правильный образ жизни.

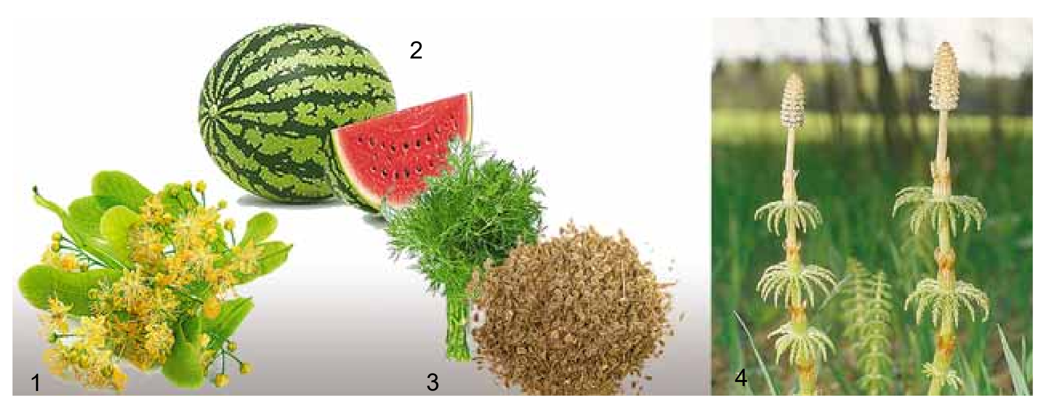


Рис. 105. Растения, используемые для профилактики заболеваний мочевыделительной системы: 1 – липовый цвет (употребляют в виде чая); 2 – арбуз (употребляют плоды); 3 – укроп (употребляют настой семян); 4 – хвощ полевой (употребляют отвар)

При попадании внутрь организма некоторые яды могут разрушать почки или нарушать их деятельность. Особенно внимательно следует принимать лекарства, потому что некоторые из них способны побочно влиять на функции почек.

ЗАПОМНИТЕ! Принимать лекарства можно только по назначению врача, строго соблюдая его рекомендации.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Для профилактики и лечения болезней почек с давних времен используют разнообразные растения (рис. 105): липовый цвет, арбуз, укроп (семена), хвощ полевой и т. п. Например, употребление 2–2,5 кг арбуза в течение суток способствует растворению солей и предотвращает образование в почках «камней» и песка. Чай с лимоном, из хвоща полевого или липового цвета усиливает и ускоряет сокращение почечной лоханки и мочеточников, благодаря этому соли и «камни» проталкиваются в мочевой пузырь. Настой семян укропа успокаивает почечную колику, растворяет «камни». Для профилактики и лечения мочекаменной болезни употребляют также настои и отвары сельдерея, тмина, толокнянки обыкновенной, зверобоя обыкновенного, спорыша обыкновенного.

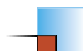
Здоровье человека. Для повышения сопротивляемости органов выделительной системы к возбудителям заболеваний или неблагоприятным факторам окружающей среды следует закалять организм, правильно питаться, строго соблюдать правила личной гигиены, быть осторожным с разными ядами, принимать лекарства только по назначению врача. Особую опасность для органов мочевыделительной системы представляет употребление спиртных напитков и наркотиков, поскольку они приводят к постепенному необратимому поражению клеток почек.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **пиелонефрит, гломерулонефрит, мочекаменная болезнь, уретрит, цистит.**

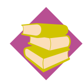


ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Основными признаками заболеваний органов мочевыделительной системы являются: отеки, изменение количества и цвета мочи, боль при мочеиспускании. Нарушения функционирования мочевыделительной системы связаны как с расстройствами мочеобразования, так и с выведением мочи из организма. Смертельно опасным является воспаление нефронов и их разрушение. Нару-



шение обмена веществ может повлечь образование «камней» в почках и мочевыводящих путях. Воспалительные процессы в органах выделительной системы вызывают болезнетворные микроорганизмы. Следует избегать попадания в организм алкоголя, наркотиков и ядовитых веществ.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие существуют нарушения деятельности почек? 2. Какими путями могут попасть в органы выделительной системы болезнетворные микроорганизмы? 3. Чем обусловлено образование «камней» в почках и мочевыводящих путях? 4. При каких условиях нарушается нормальный состав мочи человека? 5. Какие основные меры профилактики заболеваний органов выделительной системы?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите орган мочевыделительной системы, поражение которого вызывает цистит: а) почки; б) мочеточники; в) мочеиспускательный канал; г) мочевой пузырь.
2. Укажите заболевание почек, при котором поражена почечная лоханка: а) уретрит; б) гломерулонефрит; в) пиелонефрит; г) цистит.

Выберите три правильных ответа

Выберите признаки, характерные для мочекаменной болезни.

А Орган, в котором образуются «камни»	**Б** Признак болезни	**В** Основная причина возникновения
1 мочеиспускательный канал **2** мочевой пузырь **3** почка	**1** изжога **2** сильная боль **3** анемия	**1** злоупотребление солеными блюдами **2** злоупотребление сладостями **3** злоупотребление соками



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте основные заболевания органов выделительной системы. Ответ оформите в виде таблицы.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Ваш друг (ваша подруга) сверх нормы употребляет поваренную соль. Его (ее) постоянно предостерегают от этого. Почему? 2. Ваш друг (ваша подруга) мало двигается, большую часть свободного времени проводит возле компьютера или телевизора. Какое заболевание почек может повлечь такой образ жизни?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте памятку «Меры по предотвращению заболеваний органов мочевыделения».

§26. СТРОЕНИЕ КОЖИ И ЕЕ ФУНКЦИИ

Вспомните, что такое адаптация. Каково строение покровов у разных представителей позвоночных животных? Что такое линька? Что такое регенерация?

Каково строение кожи? **Кожа** – один из самых больших по площади органов нашего тела. Общая площадь кожи у взрослого человека составляет в среднем около 2 $м^2$. Кожа образует внешний покров тела и разделяет внешнюю и внутреннюю среду организма.

Кожа человека состоит из трех основных слоев: эпидермиса, собственно кожи (дермы) и слоя подкожной жировой клетчатки, который связывает кожу с прилегающими к ней тканями (рис. 106).

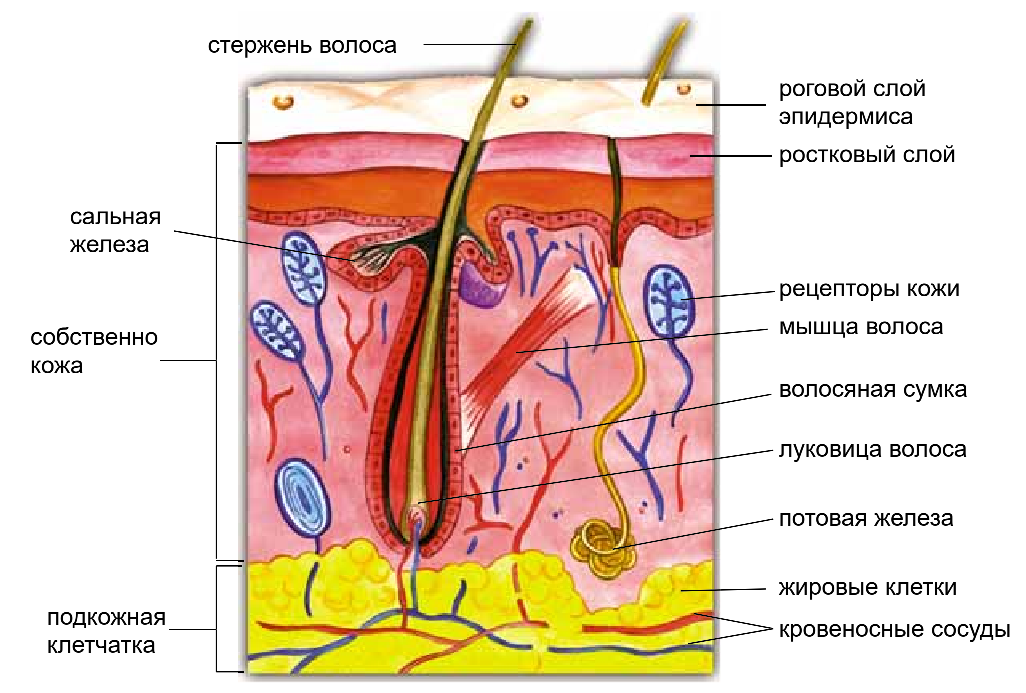


Рис. 106. Строение кожи. ***Задание.*** *Вспомните, что такое эпителиальная ткань и какие виды эпителия вы знаете, что такое регенерация*

Эпидермис – внешний слой кожи, толщина которого в разных участках тела от 0,07 мм до 2,5 мм и больше. Он образован многослойным эпителием, верхний слой которого роговеет (его называют *роговым*) и постепенно слущивается. Вместо слущенных клеток в нижних слоях эпидермиса постоянно образуются новые. Эту его часть называют *ростковым слоем*. То есть эпидермис способен к самообновлению. Полное обновление эпидермиса кожи у человека длится около 20 дней.

Дерма, или ***собственно кожа***, образована преимущественно волокнистой соединительной тканью, благодаря эластичности которой кожа способна растягиваться и не мешать движениям. В том, что кожа эластичная, вы можете убедиться сами. Оттяните ее, например, на тыльной стороне кисти руки. Кожа растянется, но только вы ее отпустите – она вернется в прежнее состояние.

Дерма пронизана нервами, кровеносными и лимфатическими сосудами. Здесь находятся волосяные сумки, сальные и потовые железы, а также неисчерченные мышечные волокна (рис. 106).

На ладонях и подошвах выпуклости дермы на поверхности кожи образуют сложные рельефные рисунки, форма которых абсолютно уникальна для каждого человека (рис. 107). Их используют для установления (идентификации) личности.

Нижний слой дермы переходит в ***подкожную жировую клетчатку***. Этот слой образован рыхлой соединительной тканью, в которой много жировых клеток. Благодаря этой «рыхлости» подкожная клетчатка защищает находящиеся под ней органы от механического давления. Тол-



Рис. 107. Рельеф кожи на пальцах: А – отпечатки пальцев; Б – специальное устройство для снятия отпечатков пальцев; В – для открытия шенгенской визы в загранпаспорте фиксируют отпечатки пальцев

щина подкожной клетчатки зависит от уровня обмена веществ и характера питания. При чрезмерном поступлении питательных веществ с пищей часть их запасается в виде подкожного жира.

Каково строение желез кожи человека? ***Потовая железа*** состоит из *тела* (свернутой в клубочек трубки) и *выводного протока* (рис. 106). Тело потовой железы оплетено капиллярами, сквозь стенки которых из крови в потовые железы поступает вода с растворенными в ней минеральными солями, мочевиной и некоторыми другими веществами. Так образуется пот. Он выделяется на поверхность кожи через отверстия выводных протоков – *поры*. В коже разных участков тела количество потовых желез неодинаково. Много их на лице и ладонях. За сутки все потовые железы вместе выделяют от 0,5 до 3 л пота, а при физической нагрузке или при высокой температуре окружающей среды – до 10 л и больше.

Пот по своему составу подобен моче. Он представляет собой раствор органических и неорганических соединений.

Потовые железы рефлекторно реагируют не только на температурные изменения внешней среды, но и на внутреннее эмоциональное состояние организма. При волнении пота выделяется значительно больше, особенно на лбу, ладонях, подошвах.

Сальные железы своими протоками открываются в основном в волосяные сумки (рис. 106). Только на лишенных волос участках (например, на губах) сальные железы открываются непосредственно на поверхность кожи. Расположены они преимущественно на голове, лице и верхней части спины. Сальные железы за сутки выделяют около 20 г жироподобного секрета, который смазывает волоски, покрывает тонким слоем кожу, предотвращая ее чрезмерное высыхание, смягчает кожу и препятствует попаданию воды и микроорганизмов внутрь тела.

Какие существуют производные кожи и каково их значение? Производными рогового слоя эпидермиса являются волосы и ногти. ***Ногти*** – это плотные роговые пластинки, частично покрывающие верхнюю поверхность последней фаланги каждого пальца рук и ног (рис. 108). Обычно ногти розового цвета, потому что сквозь них просвечиваются кровеносные сосуды. Ногти растут на протяжении всей жизни. Скорость роста ногтя

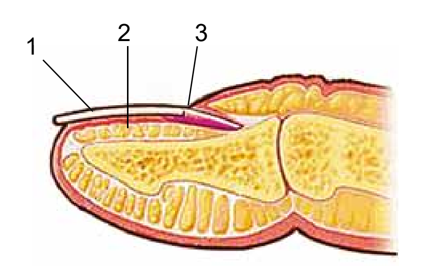


Рис. 108. Строение ногтя: 1 – ногтевая пластинка; 2 – ногтевое ложе; 3 – ногтевой валик

составляет 0,1–0,2 мм в сутки. На руках ногти полностью заменяются за 3–4 месяца. На ногах – за 6–8 месяцев. Ногтевая пластинка находится на ногтевом ложе и окружена кожной складкой – ногтевым валиком (рис. 108). Участок ногтевого ложа, на котором находится корень ногтя, является местом его роста. Здесь клетки интенсивно делятся.

Здоровье человека. Ногти нуждаются в постоянном уходе. Когда они отрастают, их нужно подстригать. Такая процедура вызвана гигиеническими требованиями. Под ногтями накапливается грязь, в которой могут размножаться болезнетворные микроорганизмы. Если же ногти по каким-то причинам не подстригают, то их следует ежедневно чистить и мыть щеточкой с мылом.

Волосы у человека покрывают часть кожи. Они бывают длинными (на голове, лице мужчин, в подмышечных впадинах и т. п.) и короткими (брови, ресницы и т. п.). В каждом волосе различают начальный участок – *корень* (волосяная луковица) и часть, расположенную над поверхностью кожи, – *стержень*. Корень находится в глубине собственно кожи в *волосяной сумке* (см. рис. 106). За ее счет волос растет. К волосяной луковице подходят кровеносные сосуды и нервы. Сосуды обеспечивают питание волоса, а нервы – его чувствительность. В месте выхода волоса из дермы к нему прикреплены тоненькие пучки неисчерченных мышц. Когда они сокращаются, волос поднимается над поверхностью кожи – топорщится.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Сокращение мышц, поднимающих волос, – один из механизмов уменьшения потерь тепла у животных. Поднимаясь, волосы образуют прослойку теплого воздуха между кожей и волосами. Волосы всегда «встают дыбом» у животных во время борьбы и запугивания. Это тоже важно, поскольку «если я больше или выгляжу таким, я сильнее». У человека эти движения волос потеряли свои «первобытные» функции, но все же, когда нам холодно, мышцы, поднимающие волосы, сокращаются, следствием чего является «гусиная кожа». Когда нам очень страшно, то волосы непроизвольно, поскольку это врожденная реакция, тоже могут «встать дыбом» .

Волосы имеют цвет, который определяется количеством содержащегося в нем пигмента. Чем больше пигмента в волосе, тем темнее его цвет. У людей преклонного возраста количество пигмента в волосах уменьшается, а вместо него в полости волоса собирается воздух. Такой волос приобретает серебристо-белый цвет – седеет.

Волос головы живет в среднем 4–5 лет, а ресниц – несколько месяцев. Во время своего существования волос постоянно растет (волосы головы растут со скоростью около 25 см в год). Когда со временем активность волосяной сумки прекращается, рядом с ней закладывается новая. Старый волос выпадает, а новый начинает расти. У человека на голове обычно ежедневно отмирает и выпадает около 50–100 волосин. Одновременно столько же вырастает. Если такой порядок нарушается, волосяной покров головы редеет и развивается облысение. Оно может быть вызвано как наследственными факторами, так и неправильным образом жизни или некоторыми заболеваниями нервной и эндокринной систем и т. п.

Здоровье человека. Здоровые волосы – украшение человека. Поэтому за ними нужен постоянный уход. Волосы следует регулярно мыть, предупреждать появление перхоти и т. п.

К производным кожи относятся и ***молочные железы***. У мужчин они недоразвиты и не функционируют, а у женщин активно развиваются с началом полового созревания. После рождения ребенка молочные железы у женщин выделяют молоко, которым выкармливают младенцев.

Какие функции выполняет кожа? Основная функция кожи – ***защита*** внутренней среды нашего тела от неблагоприятного влияния окружающей среды. Высокая упругость кожи, рыхлость и мягкость подкожной жировой клетчатки обеспечивают *механическую защиту*. Поверхностный слой кожи – эпидермис – выполняет еще и *барьерную функцию*. Образующие его клетки так плотно прилегают друг к другу, что не пропускают внутрь тела воду, вредные вещества и болезнетворные микроорганизмы.

Кожа защищает внутренние органы и от вредных ультрафиолетовых лучей. Дело в том, что в самом глубоком слое эпидермиса и в дерме содержится темный пигмент – *меланин*, который способен поглощать эти лучи. Чем больше пигмента в коже, тем больше он задерживает лучей. Когда количество этих лучей увеличивается, то кожа темнеет в результате усиленного синтеза пигмента – появляется ***загар***. Таким образом, загар – это одна из защитных реакций организма на действие вредного фактора. В коже под воздействием ультрафиолетовых лучей вырабатывается витамин D.

Выделительная функция кожи связана с деятельностью потовых желез, способных выводить из организма излишки воды и минеральных солей, а также конечные продукты обмена. Такая функция кожи очень важна при нарушении нормальной деятельности почек.

Секреторную функцию обеспечивают сальные железы кожи (*вспомните значение выделений этих желез*). Секреторную функцию также выполняют молочные железы у женщин после рождения ребенка.

Коже присуща также ***дыхательная функция***. При непосредственном контакте воздуха с кожей часть кислорода (1–2 % потребности организма) за счет процессов диффузии проникает внутрь и используется для процессов жизнедеятельности.

Кожа участвует ***в обмене веществ и превращении энергии***. В подкожной клетчатке содержатся запасы жиров, которые при необходимости расщепляются и выделяют энергию.

Коже свойственна ***чувствительная (рецепторная) функция***. В ней есть рецепторы, способные воспринимать прикосновение, растяжение или сжатие, тепло, холод, боль. Больше всего рецепторов на подушечках пальцев рук, ладонях, подошвах, губах. Кожная чувствительность является чрезвычайно важной, поскольку позволяет избегать обморожений, ожогов, механических и других повреждений.

Кожа участвует в ***распределении крови*** в организме человека. Благодаря изменению диаметра кровеносных сосудов кожи регулируется количество крови, которое по ней протекает. Часть крови постоянно находится в определенных капиллярах и поступает в общий кровоток при снижении давления крови, ее потерях и т. п.

Одна из важнейших функций кожи – участие в ***терморегуляции***. Подробно об этом в следующем параграфе.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **эпидермис, собственно кожа (дерма), подкожная жировая клетчатка, ногти, волосы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Снаружи тело человека покрыто кожей, которая состоит из эпидермиса, собственно кожи (дермы) и подкожной жировой клетчатки. Кожа – многофункциональный орган, который выполняет терморегуляционную, рецепторную, защитную, выделительную, обменную, дыхательную функции, а также участвует в синтезе витаминов, является депо крови в организме.
- К основным производным кожи относятся ногти и волосы. В коже имеются потовые, сальные и молочные железы.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какое значение для организма имеет кожа? 2. Каково строение кожи? 3. Какие особенности кожи обеспечивают ее эластичность? Какое значение имеет эластичность кожи? 4. Какие функции выполняет кожа? 5. Каково строение волоса? Как растут волосы? 6. Каково строение ногтя и как он растет? 7. Какое строение имеет подкожная клетчатка? 8. Какие типы желез есть в коже человека?

Выберите один правильный ответ

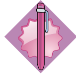
1. Укажите составляющую кожи, производной которой являются волосы: а) эпидермис; б) дерма; в) подкожная жировая клетчатка; г) потовые железы.
2. Чем обусловлен цвет кожи человека: а) количеством пигмента меланина; б) толщиной эпидермиса; в) глубиной размещения волосяных луковиц; г) количеством подкожной клетчатки?



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Почему запасание подкожного жира при выживании человека в естественных условиях было очень полезным, а в условиях современной цивилизации достаточно часто становится проблемой? II группа. Почему тело человека полностью не покрыто густыми волосами?



ПОДУМАЙТЕ. Почему кожа, несмотря на постоянное отшелушивание ее верхнего слоя, не становится тоньше?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Выполните проект (*на выбор*). 1. Определите тип своей кожи на разных участках лица, рук. 2. Составьте правила ухода за своей кожей.

§ 27. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА. ЗАБОЛЕВАНИЯ КОЖИ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

Вспомните, как осуществляется терморегуляция у холоднокровных и теплокровных животных. Какие термометры используют при измерении температуры тела человека? Какие заболевания называются инфекционными? К каким группам животных относятся вши, чесоточные клещи, железницы?

Что такое терморегуляция и как она осуществляется? **Терморегуляция** – это сбалансированное протекание в организме процессов ***теплообразования*** и ***теплоотдачи*** для поддержания температуры тела на определенном уровне, отличающемся от температуры окружающей среды. Вы

помните, что человек, как и другие млекопитающие и птицы, относится к теплокровным организмам, которые способны поддерживать постоянную температуру своего тела на определенном уровне. Это обеспечивается совершенными механизмами терморегуляции, то есть уравновешиванием процессов образования и отдачи тепла в организме.

Вы помните, что тепло в организме образуется постоянно благодаря процессам расщепления органических веществ. Интенсивнее всего эти процесы происходят в печени и мышцах. В скелетных мышцах тепло образуется только во время их сокращения. Именно поэтому даже на большом морозе, когда вы бегаете и прыгаете, бывает жарко. И наоборот, когда вы неподвижны, то даже при небольшом холоде начинаете дрожать.

Дрожание – это особенные сокращения мышц, способствующие увеличению количества образуемого тепла. Это приспособительная реакция, которая препятствует снижению температуры тела. В организм тепло может поступать также из внешней среды при условии, если ее температура превышает температуру тела.

В курсе физики вы изучали явление теплоотдачи. Оно заключается в том, что тела, которые имеют более высокую температуру, контактируя с телами, которые имеют более низкую температуру, отдают им тепло. Тепловая энергия из организма человека излучается в окружающую среду через покровы, выходит с нагретым воздухом во время выдоха, выделяется с потом, мочой и т. п. Теплоотдача не менее важна, чем теплообразование, потому что если бы все тепло, которое производит организм, задерживалось в нем, то человек погиб бы на протяжении нескольких часов от перегревания.

ЗАПОМНИТЕ! Для нормального функционирования организма важно, чтобы процессы теплообразования и теплоотдачи были сбалансированными. При снижении температуры окружающей среды увеличивается выработка тепла организмом и уменьшается теплоотдача, а при повышении температуры окружающей среды, напротив, уменьшается выработка тепла и возрастает теплоотдача. Показателем взаимной согласованности процессов теплообразования и теплоотдачи является постоянная температура тела человека.

Какова температура разных частей тела человека? У здорового человека температура тела постоянная. В норме в спокойном состоянии в подмышечной впадине она составляет +36,5...+36,9 °С. Температура внутренних органов выше, например в печени она составляет +38...+38,5 °С. На поверхности кожи головы и туловища температура чуть выше, а на конечностях по мере удаления от туловища она постепенно снижается. Так, температура в участке голеностопного сустава составляет приблизительно +30 °С, а на пальцах ноги +24,5 °С.

Мы уже упоминали, что температура тела способна меняться при физических нагрузках. Например, во время длительного бега температура тела может вырасти до +38...+39 °С и выше. После прекращения физических нагрузок температура тела быстро возвращается в норму. Изменяется температура тела и на протяжении суток: ночью (в 2–4 ч) она опускается до +36,4...+36,5 °С, а под вечер (в 16–19 ч) повышается до +37...+37,5 °С (рис. 109).

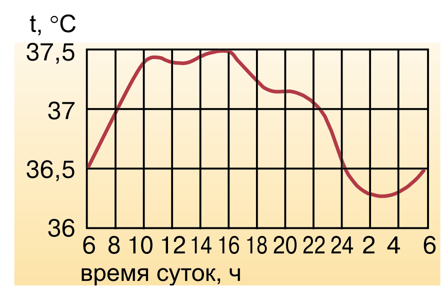


Рис. 109. Суточный ритм температуры тела. ***Задание***. *Рассмотрите график изменения температуры тела человека на протяжении суток. Почему это происходит? Когда температура самая высокая? Почему?*

Температуру тела человека измеряют с помощью медицинского термометра (рис. 110) обычно в подмышечной впадине (7–8 мин).

ЗАПОМНИТЕ! Обращаться с медицинским термометром следует осторожно, поскольку он содержит ртуть. Этот жидкий металл, попав в организм, может вызвать тяжелое отравление человека.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Современные автоматические термометры имеют электронный датчик, показания которого высвечиваются на Почему. Точность измерения может достигать сотых долей градуса. Такие термометры безопасны, устойчивы к ударам (некоторые из них – водостойкие) и способны определять температуру от 6–10 с до 3 мин (в зависимости от модели). Часто они имеют звуковую сигнализацию (после окончания измерения подается звуковой сигнал), память (сохраняются результаты предыдущих измерений).

Нарушение механизмов терморегуляции вызывает ***перегрев*** или ***переохлаждение*** организма, что прежде всего зависит от температуры окружающей среды.

Высокая способность организма человека к терморегуляции позволяет ему жить в различных условиях: Крайнего Севера, знойных пустынь Африки и Азии и т. п.

Как кожа участвует в терморегуляции? Поскольку кожа непосредственно контактирует с внешней средой, то «разогретая» кровь, подходя к коже, может охлаждаться, отдавая при этом значительное количество тепла. Однако кровь кожи отдает избыточное тепло лишь при условии, если температура внешней среды ниже, чем поверхность кожи. При комнатной температуре (+20...+22 °С) через кожу из организма выводится около 70–80 % избыточного тепла.

Количество тепла, которое организм отдает в окружающую среду, зависит от количества крови, протекающей по сосудам кожи. Поэтому в прохладную погоду, когда нужно уменьшить потери тепла, кровеносные

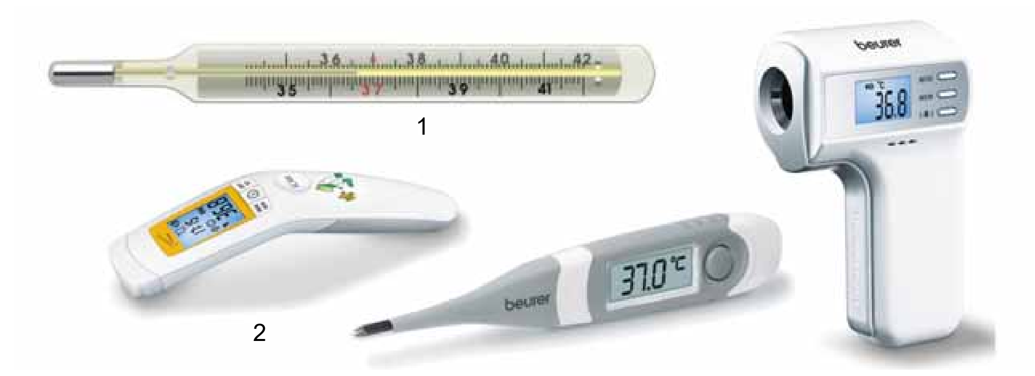
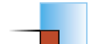


Рис. 110. Термометры для измерения температуры тела: 1 – ртутный; 2 – электронные



сосуды рефлекторно сужаются, и количество крови, протекающей по ним за единицу времени, уменьшается. Так организм экономит тепло. В жаркую погоду, напротив, диаметр кровеносных сосудов кожи рефлекторно увеличивается: количество крови, протекающей по ним за единицу времени, возрастает. Так же растет количество тепла, которое излучается в окружающую среду. Когда кровеносные сосуды расширяются, кожа краснеет, а когда сужаются на прохладном воздухе – бледнеет.

Избыточное тепло эффективно выводится в окружающую среду благодаря испарению воды с поверхности кожи. Это имеет особое значение при высоких температурах окружающей среды, поскольку при таких условиях выделение тепла через кожу ограничено или вообще невозможно. За сутки при комнатной температуре с поверхности тела человека испаряется до 800 мл пота, тогда как в жаркую погоду (при температуре +35 °С и выше) – до 4,5 л, а если при этом человек выполняет тяжелую физическую работу – до 10 л. В условиях низких температур выделение пота уменьшается или совсем прекращается. Дополнительно вода выводится из организма через легкие во время частого дыхания в жаркую погоду.

На интенсивность испарения пота влияет влажность воздуха. Если содержание водяного пара в воздухе низкое – пота испаряется больше, и человек лучше переносит жаркую погоду. И наоборот, в условиях влажного воздуха высокие температуры окружающей среды переносить тяжелее, потому что испарение пота снижается.

Перегрев организма может привести к тепловому удару.

ЗАПОМНИТЕ! ***Тепловой удар*** – патологическое состояние, вызванное общим перегревом организма в результате действия внешних тепловых факторов.

При чрезмерном действии солнечного излучения может случиться ***солнечный тепловой удар***. При этом человек чувствует головную боль, у него развиваются удушье, головокружение, слабость, учащается пульс, появляется шум в ушах и мерцание перед глазами. Человек может потерять сознание.

Здоровье человека. Потерпевшего от солнечного теплового удара нужно перенести в прохладное место, расстегнуть воротник, положить на голову смоченное холодной водой полотенце, приподнять ноги, подложив под них валик (рис. 111).



Рис. 111. Основные действия, которые необходимо выполнить в случае перегрева (теплового или солнечного теплового удара). ***Задание.*** *Охарактеризуйте действия во время оказания первой помощи потерпевшему*

Желательно обернуть человека мокрой простыней, создать движение воздуха и таким образом усилить испарение пота. Чтобы предупредить солнечный тепловой удар, надо покрывать голову светлым головным убором с достаточной проницательностью для воздуха, не находиться слишком долго под прямыми солнечными лучами и т. п.

Отдаче тепла в окружающую среду препятствует прослойка подкожной жировой клетчатки. Чем толще этот слой, тем меньше тепла попадает в окружающую среду. Поэтому люди, у которых эта прослойка развита хорошо, лучше переносят прохладную погоду, но хуже – жаркую.

Волосяной покров головы также имеет определенное значение для терморегуляции благодаря неподвижной прослойке воздуха между волосами, способной уменьшать теплоотдачу.

Здоровье человека. Эффективность теплоотдачи зависит от правильно подобранной одежды, поскольку между одеждой и телом создается слой неподвижного воздуха, выполняющего функцию теплоизолятора. Одежда, изготовленная из натуральных материалов, сохраняет тепло, способна частично пропускать воздух и впитывать влагу. Непроницаемая для воздуха одежда препятствует испарению пота. В такой одежде вокруг тела человека создается слой воздуха, насыщенного водяным паром.

Как регулируются процессы терморегуляции? Процессы теплообразования и теплоотдачи регулируют нервная система и биологически активные вещества. В частности, изменения температуры окружающей среды воспринимают рецепторы кожи. От них нервные импульсы по чувствительным нервам направляются в центр терморегуляции, расположенный в головном мозге, а оттуда по нервам – в мышцы и другие органы. Соответственно рефлекторно меняется интенсивность обмена веществ и процессов теплоотдачи. Деятельность центра терморегуляции контролируется корой больших полушарий головного мозга.

На терморегуляцию влияют также и гормоны, которые производят железы внутренней секреции. Например, в состоянии гнева или страха сосуды кожи расширяются под воздействием гормона адреналина. Благодаря этому увеличивается теплоотдача.

Здоровье человека. Терморегуляторные процессы в организме человека можно усовершенствовать с помощью закаливания. Вспомните из курса основ здоровья способы закаливания организма человека: ***пребывание на свежем воздухе, водные процедуры, солнечные ванны.*** Для того чтобы закаливание было эффективным, следует соблюдать определенные правила. Первое из них – постепенное увеличение нагрузки на организм. Второе правило – регулярность.

Какие бывают заболевания кожи? Нормальное функционирование кожи нарушается в результате разных ее заболеваний (*см. таблицу 10*).

Таблица 10

Некоторые распространенные заболевания кожи

Заболевания кожи	Причины возникновения	Признаки	Профилактика
Дерматит – воспаление кожи	Влияние факторов внешней среды (солнце, мороз, ветер, химические вещества, некоторые бактерии)	Покраснение, зуд, воспаление кожи	Избегать влияния этих факторов, в случае инфекции обратиться к врачу



Продолжение таблицы 10

Заболевания кожи	Причины возникновения	Признаки	Профилактика
Себорея – воспаление сальных желез	Заболевания нервной и эндокринной систем, нерациональное питание	Воспаление сальных желез (угри) около корней волос на голове (перхоть)	Соблюдение сбалансированного рационального питания
Грибковое поражение отдельных участков кожи или ее производных	Заражение дрожжевым грибком рода Кандида	Покраснение кожи, зуд, образование язв, разрушение ногтевых пластинок	Профилактические меры после посещения бассейнов, бань общего пользования
Педикулез – поражение вшами отдельных участков кожи, покрытых волосами, преимущественно головы	Контакт с больными педикулезом людьми или их вещами	Невыносимый зуд	Содержать волосы в чистоте, не пользоваться чужим гребнем или полотенцем
Чесотка – заболевание, возбудителем которого является чесоточный клещ	Контакт с больными чесоткой или их вещами	Сыпь, покраснение, невыносимый зуд	Избегать контакта с больными чесоткой, быть осторожными с чужими вещами

Задание. *Пользуясь таблицей 10, назовите болезни кожи, причины их возникновения и признаки; профилактические меры относительно них.*

ЗАПОМНИТЕ! Слущенные клетки эпидермиса склеиваются потом и кожным салом, закупоривая протоки сальных и потовых желез. Следствием этого может быть появление гнойничковых образований на коже – угрей. На грязной коже размножаются микроорганизмы, которые могут вызвать разные заболевания, трудно поддающиеся лечению. Только чистая кожа может полноценно выполнять все свои функции, среди которых самая важная – защитная. Регулярное обмывание кожи горячей водой с мылом удаляет с нее грязь, микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **терморегуляция, теплообразование, теплоотдача, тепловой удар, солнечный тепловой удар.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Человек относится к теплокровным организмам, благодаря совершенным механизмам терморегуляции при обычных условиях температура его тела достаточно постоянна (+36,5...+36,9 °C). Важным органом, обеспечивающим процессы терморегуляции, является кожа. Процессы терморегуляции регулируются как нервной системой, так и биологически активными веществами – гормонами. Соблюдение правил гигиены кожи, избежание переохлаждения и перегревания организма, а также закаливание предотвращают заболевания кожи и улучшают ее состояние.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Как меняется отдача тепла организмом при снижении или повышении температуры окружающей среды? 2. Что такое терморегуляция? 3. Какова

нормальная температура тела человека и как ее измеряют? 4. Как осуществляются нервная и гуморальная регуляции теплообразования и теплоотдачи? 5. Что такое тепловой удар? Какие действия необходимы при оказании первой помощи в случае теплового удара? 6. Какие заболевания кожи вы знаете? Как их избежать?

Выберите один правильный ответ

Укажите изменения, происходящие с кровеносными сосудами кожи при повышении температуры внешней среды: а) сужаются; б) расширяются; в) одни сужаются, другие – расширяются; г) их диаметр не изменяется.

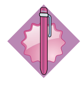
Установите правильную последовательность механизма теплоотдачи при повышенной температуре внешней среды: а) к коже поступает меньше крови; б) кровеносные сосуды сужаются; в) теплоотдача уменьшается.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Раскройте механизм и значение терморегуляции. II группа. Какова роль кожи в регуляции теплообмена.



ПОДУМАЙТЕ. 1. На чистой коже человека за 10 мин погибает 85 % болезнетворных бактерий, а на грязной – лишь 5 %. Какова причина гибели бактерий? Какой гигиенический вывод следует из этого факта? 2. Почему ночью температура тела человека снижается? 3. У жителей Крайнего Севера (чукчей, эскимосов, якутов и т. п.) слой подкожной клетчатки особенно толстый. Как это помогает им существовать в условиях низких температур?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Подготовьте памятку «Меры профилактики заболеваний кожи».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите орган мочевыделительной системы, в котором накапливается моча: а) мочеточник; б) мочевой пузырь; в) мочеиспускательный канал; г) почка.

2. Укажите изменения, которые происходят с кровеносными сосудами кожи при снижении температуры внешней среды: а) сужаются; б) расширяются; в) одни сужаются, другие – расширяются; г) их диаметр не изменяется.

3. Выберите ткани, которые входят в состав эпидермиса кожи: а) эпителиальные; б) внутренней среды; в) мышечные; г) нервная.

4. Укажите часть кожи, в которой содержится пигмент, защищающий организм от ультрафиолетовых лучей: а) верхний слой эпидермиса; б) дерма; в) подкожная клетчатка; г) ногти.

5. Выберите процесс, благодаря которому организм человека согревается: а) сокращение мышц, поднимающих волосы; б) выделение секрета сальных желез; в) потоотделение; г) повышение интенсивности обмена веществ.

6. Что такое почечная лоханка: а) совокупность нефронов; б) совокупность почечных трубочек; в) совокупность почечных пирамид; г) полость в центре почки?

7. Укажите слой покровов человека, в котором отсутствуют кровеносные сосуды: а) эпидермис; б) дерма; в) подкожная жировая клетчатка; г) кровеносные сосуды, присутствующие во всех слоях покровов человека.

8. ***Установите правильную последовательность*** процессов образования первичной мочи: а) плазма крови профильтровывается в полость капсулы нефрона; б) кровь поступает в капиллярный клубочек нефрона; в) из капсулы первичная моча поступает в канальцы нефрона; г) в полости капсулы нефрона образуется первичная моча.

9. ***Установите правильную последовательность*** процессов образования вторичной мочи: а) отфильтрованная кровь выходит из капсулы нефрона; б) кровь посту-

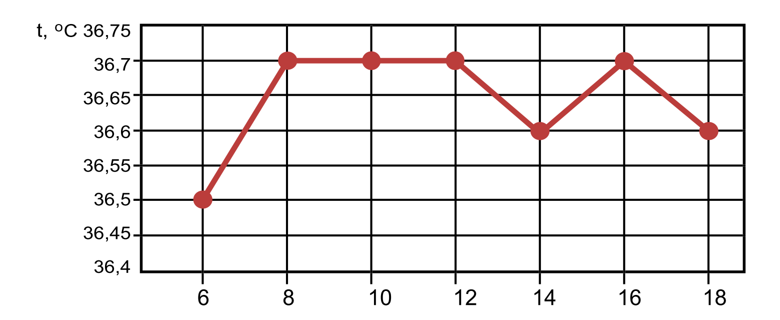


пает в капсулу нефрона; в) фильтрат очищается в извитых канальцах; г) вторичная моча выходит из почек.

10. ***Установите правильную последовательность*** механизма теплоотдачи при сниженной температуре внешней среды: а) к коже поступает больше крови; б) кровеносные сосуды расширяются; в) теплоотдача увеличивается.

11. ***Решите задачу.*** Посчитайте, сколько крови (%), проходящей через почки, переходит в фильтрат, если в минуту через обе почки проходит 1250 мл крови, приводящей к образованию 125 мл фильтрата. Выберите правильный ответ: а) 0,001; б) 0,01; в) 0,1; г) 10.

12. ***Работа с графиком.*** На графике отображены показатели ритма температуры тела человека в течение рабочего дня.



А. Проанализируйте график. Б. Почему температура тела человека изменяется на протяжении суток? Когда она самая высокая? Почему? В. Как изменение температуры тела влияет на производительность труда?

13. Известно, что количество выделенной организмом мочи в течение суток в жару уменьшается. Объясните, почему так происходит.

14. В жару пота выделяется больше, чем мочи, а в холодную погоду – наоборот. Как можно объяснить такую закономерность?

15. Как взаимосвязаны между собой кровеносная и мочевыделительная системы? Какое это имеет значение для функционирования организма?



Тема 6

ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ

Что означает высказывание «Движение – это жизнь»? Какая существует связь между строением и функциями разных частей опорно-двигательной системы? Как сохранить скелет здоровым? Как правильно оказывать первую помощь при повреждении органов опорно-двигательной системы и какое это имеет значение?

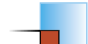
§28. ЗНАЧЕНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Вспомните, что такое внешний и внутренний скелет у животных. Каковы особенности строения опорно-двигательной системы у млекопитающих? Какие существуют разновидности мышечной ткани?

Каково значение опорно-двигательной системы человека? Опорно-двигательная система человека состоит из пассивной и активной частей. Ее пассивная часть – это внутренний скелет (как и у всех позвоночных животных), активная – скелетная мускулатура. Они функционируют как одно целое.

Уже в названии опорно-двигательной системы определены две ее основные функции: **создание опоры для разных органов и систем органов** и **обеспечение движений всего тела и отдельных его частей.** Система соединенных между собой костей и мышц поддерживает тело человека в вертикальном положении. Кроме того, отдельные части скелета обеспечивают определенное положение внутренних органов. Мышцы благодаря своим сокращениям и расслаблениям обеспечивают движения разных частей скелета: конечностей, нижней челюсти, ребер и др. Кости при этом играют роль рычагов, которые приводят в движение прикрепленные к ним мышцы. Опорно-двигательная система ***определяет форму и размеры нашего тела.***

Еще одна функция опорно-двигательной системы – ***защитная.*** Скелет и отдельные его части защищают внутренние органы от механических повреждений. Например, кости черепа защищают головной мозг, дуги позвонков – спинной мозг, кости грудной клетки – легкие и сердце. Мышцы брюшного пресса защищают органы брюшной полости (желудок, кишечник, печень и др.) от сотрясений, ударов и т. п.



Важная роль костей скелета в ***процессах кроветворения***. Красный костный мозг, расположенный внутри них, участвует в образовании форменных элементов крови (*вспомните их*).

Опорно-двигательная система участвует в обмене веществ. В костях откладываются неорганические соли (преимущественно карбонаты и ортофосфат кальция) и некоторые другие микроэлементы. Они могут высвобождаться и с током крови попадать в те органы, которые в них нуждаются. В скелетных мышцах происходит обмен углеводов. Так, в мышцах откладывается гликоген. При необходимости он расщепляется на глюкозу – основной источник энергии в организме. В мышцах химическая энергия превращается в механическую (сокращение мышц) и тепловую.

Из каких тканей состоит скелет человека? **Скелет** – это совокупность соединенных между собой костей и хрящей. Таким образом, основу скелета человека составляют костная и хрящевая ткани. Структурные элементы **скелетной ткани** называют ***остеонами*** (рис. 112). Каждый остеон состоит из вставленных друг в друга пластинок цилиндрической формы. Их насчитывают от 5 до 20. Каждая такая пластинка-цилиндр состоит из небольшого количества клеток – ***остеоцитов***, которые как бы вмурованы в плотное межклеточное вещество. В центре каждого остеона есть канал, где проходят кровеносные сосуды (рис. 112).

В зависимости от плотности размещения остеона в костях различают компактное и губчатое вещество. В ***компактном веществе*** костные пластинки расположены плотно и упорядочено. В ***губчатом веществе*** костные пластинки располагаются не плотно и менее упорядочено. Поэтому губчатое вещество имеет ячеистое строение и напоминает сетку (рис. 113). Сочетание в костях компактного и губчатого вещества придает им высокую прочность при сжатии и растяжении.

Полости в губчатом веществе заполнены **красным костным мозгом**, в котором образуются клетки крови (рис. 113, 3).

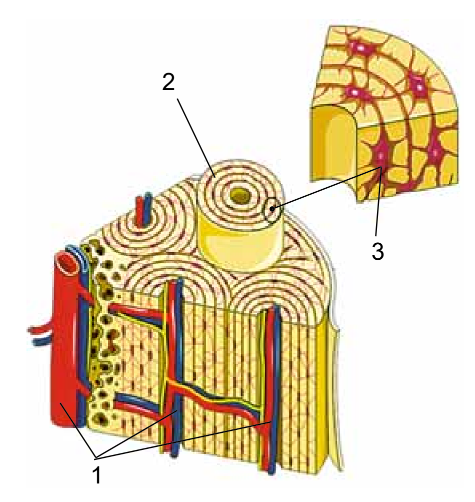


Рис. 112. Строение костной ткани: 1 – кровеносные сосуды; 2 – остеон; 3 – остеоцит

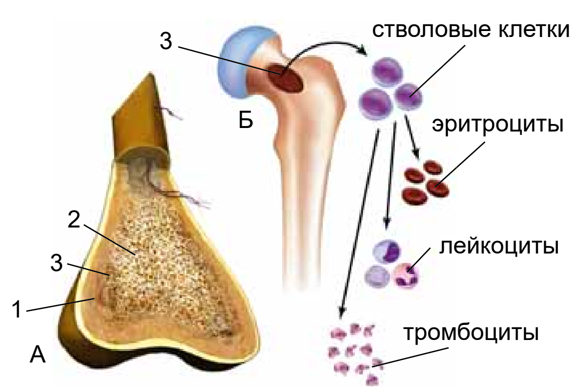


Рис. 113. А. Компактное (1) и губчатое (2) вещество кости; красный костный мозг (3). Б. Роль красного костного мозга в процессах кроветворения

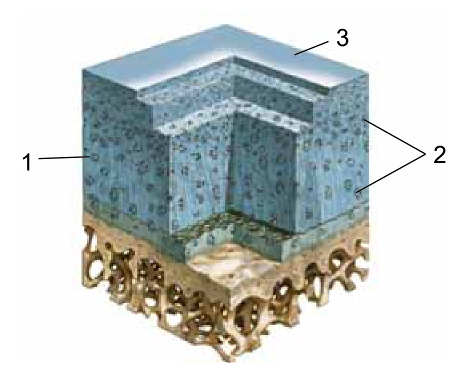


Рис. 114. Строение хряща: 1 – хрящевая ткань; 2 – хондроциты; 3 – надхрящница

Хрящевая ткань состоит из клеток и органического межклеточного вещества, обеспечивающего ее прочность и упругость (рис. 114). Она не содержит кровеносных сосудов. Хрящевые клетки – ***хондроциты*** – округлой или овальной формы, часто с отростками, способны к делению. Хрящи окружены оболочкой – ***надхрящницей***, клетки которой выделяют белок коллаген. Коллагеновые волокна образуют внешний слой надхрящницы, где проходят кровеносные сосуды и нервы. За счет надхрящницы происходит регенерация хрящевой ткани.

Выучим строение костной и хрящевой тканей во время выполнения лабораторного исследования.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Микроскопическое строение костной и хрящевой тканей

Оборудование и объекты исследования: микроскопы, микропрепараты костной и хрящевой ткани.

1. Рассмотрите под микроскопом микропрепарат костной ткани. Зарисуйте увиденное. Выявите особенности строения костной ткани, обеспечивающие выполнение ее функций.
2. Рассмотрите под микроскопом микропрепарат хрящевой ткани. Зарисуйте увиденное. Выявите особенности строения хрящевой ткани, обеспечивающие выполнение ее функций.
3. Сравните особенности строения и функции костной и хрящевой тканей.

Каков химический состав костей? Кости состоят из неорганических и органических веществ. Органические вещества, прежде всего белки (коллаген), придают костям гибкость и упругость. Убедиться в этом можно, проведя несложный опыт. Если на 20–24 ч положить кость в 10 %-й раствор хлоридной кислоты, то неорганические вещества кости постепенно растворятся, останутся лишь органические соединения. Обработанная таким способом кость становится такой гибкой, что ее можно завязать в узел (рис. 115).

Неорганические соединения (преимущественно Кальция) придают кости твердость. Так, если долгое время нагревать кость на огне, органические вещества сгорают, а вода испаряется. Даже при незначительных сотрясениях такая кость рассыпается на мелкие частички.



Рис. 115. Обычная кость (1) и кость с удаленными неорганическими веществами (2)

Здоровье человека. С возрастом соотношение органических и неорганических веществ в костях меняется. У детей в составе костей преобладают органические вещества. Их кости гибкие и упругие, но при чрезмерных нагрузках или несоблюдении гигиенических требований (например, при неправильной

осанке тела во время сидения за партой) они могут искривиться. Однако у детей переломы костей случаются реже, чем у пожилых людей. С возрастом содержание неорганических веществ в костях возрастает. Поэтому кости взрослых людей становятся крепче, но более хрупкими, чаще ломаются, а сломанные кости хуже срастаются.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Кости человека способны выдерживать нагрузку на единицу поверхности в 2,5 раза больше, чем гранит, и почти в 30 раз больше, чем кирпич. Так, бедренная кость человека в вертикальном положении может выдержать нагрузку 1,5 т (рис. 116). По своей твердости и упругости кости не уступают бетону.



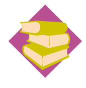
Рис. 116. Прочность бедренной кости

✿ ***Ключевые термины и понятия*: остеон, остеоцит, хондроцит, надхрящница, коллаген, губчатое и компактное вещество.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- У человека опорно-двигательная система состоит из внутреннего скелета и скелетных мышц, которые действуют как одно целое. Скелет выполняет опорную, защитную и кроветворную функции, участвует в обмене минеральных соединений.
- Кости состоят из неорганических и органических веществ. Органические вещества придают костям гибкость и упругость, а неорганические – твердость. Костная ткань состоит из костных пластинок, образованных из клеток, и межклеточного вещества. В костях выделяют губчатое и компактное вещество. Компактное вещество обычно находится снаружи, а губчатое – под ним. Оно содержит красный костный мозг.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково значение опорно-двигательной системы человека? 2. Каковы особенности строения костной ткани? 3. Что придает костям твердость и прочность? 4. Что собой представляет хрящевая ткань? 5. Каков химический состав костей? 6. Какую роль в костях играют органические и неорганические соединения? 7. Какое вещество костей называют компактным, а какое – губчатым?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите ткани, составляющие опорную систему человека: а) костная и мышечная; б) хрящевая и мышечная; в) костная и хрящевая; г) хрящевая и соединительная.

2. Укажите название клеток костной ткани: а) хондроциты; б) лейкоциты; в) остеоциты; г) тромбоциты.

3. Укажите название клеток хрящевой ткани: а) хондроциты; б) остеоциты; в) лейкоциты; г) эритроциты.

4. Укажите составляющую кости, в которой находится красный костный мозг: а) надкостница; б) компактное вещество; в) губчатое вещество; г) хрящевые прослойки.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Значение системы органов опоры и движения. II группа. Рост костей в длину и толщину.



ПОДУМАЙТЕ. Что общего и в чем отличие в строении, свойствах и функциях губчатого и компактного вещества костей?

§ 29. ТИПЫ КОСТЕЙ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА И ОСОБЕННОСТИ ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Вспомните особенности строения костной ткани.

На какие группы подразделяют кости скелета человека в зависимости от их формы и функций? Скелет человека состоит из более чем 200 разных костей. По форме и размерам их подразделяют на трубчатые (длинные и короткие), губчатые (длинные и короткие), плоские и смешанные.

Трубчатые кости составляют основу конечностей и выполняют функцию рычагов, которыми двигают мышцы. У них различают удлиненную среднюю часть – тело – и два расширенных конца – головки (рис. 117).

Головки длинных трубчатых костей (бедренной, плечевой и др.) покрыты компактным веществом, под которым расположено губчатое (рис. 117). Тело трубчатых костей имеет полость (отсюда название), заполненную *желтым костным мозгом* – богатой жиром рыхлой соединительной тканью. При определенных условиях этот жир используется для энергетических потребностей.

Трубчатое строение обеспечивает прочность и легкость костей. Между головками и телом трубчатых костей расположены хрящевые пластинки. Их клетки способны к делению, благодаря чему кости растут в длину. С возрастом в клетках хрящевых пластинок откладываются минеральные соли, и они теряют способность к делению. Так костная ткань замещает хрящевую.

Под воздействием нагрузок костная ткань способна перестраиваться. Чем больше и дольше нагрузка на кости, тем активнее обновляется в них костная ткань и она становится прочнее.

Снаружи кость, за исключением суставных поверхностей, покрыта оболочкой – ***надкостницей***. Это тонкий, но очень плотный слой волокнистой соединительной ткани, сросшийся с костной тканью. Надкостница содержит много кровеносных и лимфатических сосудов, нервных окончаний. Клетки внутреннего слоя надкостницы способны делиться и образовывать новые клетки костной ткани. Благодаря этому кость утолщается. Клетки надкостницы в случае переломов костей начинают активно делиться и обеспечивают их срастание.

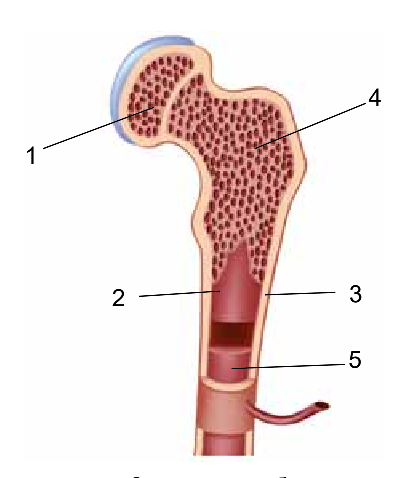


Рис. 117. Строение трубчатой кости: 1 – головка; 2 – тело; 3 – надкостница; 4 – красный костный мозг; 5 – желтый костный мозг

Таким образом, надкостница обеспечивает питание костей, их утолщение, а также срастание после переломов. Суставные поверхности костей, свободные от надкостницы, покрывает суставной хрящ.

Трубчатые короткие кости находятся в тех частях скелета, где они должны одновременно сохранять высокую подвижность и выдерживать большую нагрузку. Это, например, фаланги пальцев, пясти. ***Губчатые кости*** состоят преимущественно из губчатой костной ткани, покрытой слоем компактной костной ткани. Среди них различают ***длинные*** (ребра, грудина) и ***короткие*** (кости запястья и

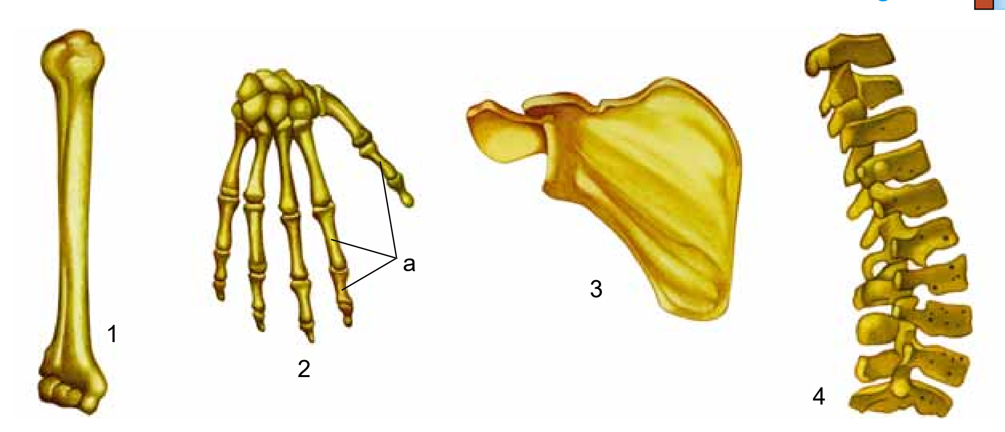


Рис. 118. Разные виды костей: 1 – длинная трубчатая кость; 2 – короткие трубчатые кости (а – фаланги пальцев); 3 – плоская кость; 4 – смешанные кости позвонков

предплюсны). Системы губчатых костей пружинят и уменьшают нагрузку на скелет при выполнении движений (ходьбе, поднятии груза). ***Плоские кости*** также состоят из губчатого вещества, снаружи покрытого тонкими пластинками компактного (тазовые кости, лопатки (рис. 118, 3), теменная). Эти кости, ограничивая определенные полости, образуют надежную защиту для органов, которые в них находятся и в то же время имеют большие поверхности для прикрепления мышц.

Смешанные кости состоят из частей, разных по форме и строению. К ним относятся позвонки (рис. 118, 4), верхнечелюстные кости и др. Они обладают признаками трубчатых и губчатых костей.

В отдельную группу объединяют ***воздухоносные кости***: лобную, верхнечелюстную, клиновидную, решетчатую. Так их называют потому, что они содержат полости, устланные слизистой оболочкой и заполненные воздухом.

Как кости соединены между собой? Существует два основных типа соединения костей: прерывистое и непрерывное. При *прерывистом соединении* между костями есть полости в виде щели. Такое соединение позволяет костям перемещаться относительно друг друга. При *непрерывном соединении* щель между костями отсутствует, поэтому они не могут двигаться относительно друг друга.

Непрерывно соединенные кости играют защитную или опорную роль. Непрерывное соединение имеет несколько разновидностей. Например, большинство костей черепа соединены извилистыми швами так, что впадина одной кости по форме и размерам отвечает выпуклости другой (как ключ и замок). Часто кости сростаются между собой (кости таза, крестцовые позвонки и др.).

Прерывистое соединение костей обеспечивает ***сустав*** (рис. 119). По строению различают простые и сложные суставы.

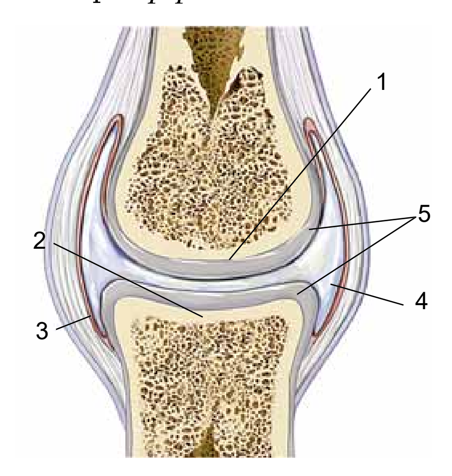


Рис. 119. Строение сустава: 1 – головка сустава; 2 – суставная впадина; 3 – суставная сумка; 4 – суставная полость; 5 – хрящ

Простые суставы соединяют две кости, *сложные* – три и больше. Основные составляющие сустава – это суставные поверхности соединяемых костей; суставная сумка и заполненная жидкостью суставная полость. Сустав укрепляют связки, расположенные снаружи или внутри суставной сумки.

Суставные поверхности костей покрыты гладким хрящом, который уменьшает трение костей между собой во время движения. Выпуклая суставная поверхность одной из костей сустава – это *суставная головка*. У другой кости суставная поверхность вогнута и имеет название *суставной впадины*. Такое строение суставных поверхностей обеспечивает плотное прилегание костей друг к другу. Этому также способствует то, что суставная полость герметически изолирована и давление в ней меньше атмосферного. Поэтому в результате действия атмосферного давления суставная головка одной кости прижимается к впадине другой.

Суставная полость окружена соединительнотканной суставной сумкой, охватывающей суставные поверхности костей. Внешний слой сумки переходит в надкостницу, а внутренний – содержит секреторные клетки, которые выделяют жидкость в полость сустава. Жидкость выполняет функцию смазки, а также содержит питательные вещества для клеток суставного хряща.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости, надкостница, сустав.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Кости бывают трубчатые (длинные и короткие), губчатые (длинные и короткие), плоские и смешанные. Длинные трубчатые кости состоят из головок и тела, внутри которого есть полость, заполненная желтым костным мозгом; губчатые и смешанные кости такой полости не имеют.
- Кости покрыты соединительнотканной оболочкой – надкостницей. В длину трубчатые кости растут за счет хрящевых прослоек, расположенных между телом кости и ее головками, а в толщину – за счет надкостницы.
- Кости могут быть соединены с помощью хрящей, швов или сростаться непрерывно, поэтому не способны к перемещению относительно друг друга или же эти движения значительно ограничены. Суставы обеспечивают определенные движения соединенных костей.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие типы костей вы знаете? 2. Как соединены между собой кости в скелете человека? 3. Какие виды непрерывного соединения костей вы знаете? 4. Каково строение суставов?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите структуры, участвующие в процессе утолщения костей человека: а) надкостница; б) компактное вещество; в) губчатое вещество; г) желтый костный мозг.

2. Укажите, за счет чего трубчатые кости растут в длину: а) надкостницы; б) надхрящницы; в) губчатого вещества; г) прослоек хрящевой ткани между телом и головками кости.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Обоснуйте взаимосвязь внутреннего и внешнего строения костей с их функциями.

§30. СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните особенности строения скелета млекопитающих.

Скелет человека, как и скелет млекопитающих, делится на осевой и скелет конечностей (рис. 120, 1). В свою очередь, ***осевой скелет*** включает скелет головы (череп), позвоночник и грудную клетку.

Какие кости входят в состав скелета головы? Скелет головы – это ***череп*** (рис. 120, 2). В нем выделяют два отдела – мозговой и лицевой. В мозговом отделе находится головной мозг, органы зрения, слуха и равновесия. Лицевой отдел образует костную основу дыхательного аппарата (верхних дыхательных путей) и пищеварительного канала (ротовая полость).

Рис. 120. 1. Скелет человека (общий вид). 2. Кости черепа. Внешний вид черепа сбоку (А) и спереди (Б). ***Задание.*** *Определите кости лицевого отдела черепа*

В состав *мозгового отдела* входят две парные и четыре непарные кости, соединенные с помощью швов (рис. 120, 2 А). Они создают надежную защиту головного мозга. В частности, основу черепа образует затылочная кость. Она имеет отверстие, которое соединяет полости черепа и позвоночного канала. По обе стороны отверстия имеются два суставных выроста, с помощью которых череп соединяется с первым шейным позвонком. Другими костями мозгового отдела являются: теменные, височные, лобная, клиновидная и др.

К костям *лицевого отдела* относится шесть парных и три непарные кости (рис. 120, 2 Б). Это, в частности, парные верхнечелюстные, скуловые, носовые и т. п. Нижняя челюсть – единственная подвижная кость черепа. В верхних и нижний челюстях есть ячейки, в которых расположены корни зубов.

Кости основы черепа имеют мелкие отверстия, через которые проходят кровеносные сосуды и черепно-мозговые нервы.

Каково строение позвоночника? Позвоночник человека имеет S-образную форму (рис. 121). Он состоит из 30–34 позвонков и делится на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый.

Каждый позвонок состоит из *тела, дуги* и *отростков*. Между телами позвонков находятся межпозвонковые диски из хряща. Эти диски, а также связки участвуют в соединении соседних позвонков между собой. Такое соединение обеспечивает значительную гибкость позвоночника.

Дуга, которая отходит от тела позвонка, образует позвоночное отверстие (рис. 121, 2). Позвоночные отверстия всех позвонков вместе формируют канал позвоночника, в котором находится спинной мозг. От дуги позвонков отходят 7 отростков: из них четыре служат для соединения позвонков между собой, а три – для присоединения мышц. Наибольший из этих отростков – *остистый*. Он непарный и направлен назад. Его легко можно прощупать на спине в виде бугорка.



Рис. 121. 1. Строение позвоночника. 2. Строение позвонка. 3. Соединение позвонков между собой. ***Задание.*** *Выявите отличия в строении позвонков разных отделов позвоночника. Объясните их*

Каждый отдел позвоночника имеет определенное количество позвонков: шейный – 7, грудной – 12, поясничный – 5, крестцовый – 5, копчиковый – 1–4.

Размеры тела позвонков увеличиваются от шейного отдела к крестцовому, что связано с возрастанием нагрузки на позвонки, расположенные ниже (рис. 121, 2). Наименьшие размеры имеют семь шейных позвонков. Особенное строение имеют первый и второй шейные позвонки, которые обеспечивают движения головы. Первый шейный позвонок не имеет тела и состоит из двух дуг. У второго позвонка есть зубовидный отросток, который входит в отверстие между дугами первого позвонка. Именно вокруг этого отростка вращается голова.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Первый шейный позвонок анатомы назвали *атлантом* в честь мифического титана Атланта, которого наказали боги, и он должен был вечно поддерживать на своих плечах небесную сферу. Этот позвонок подобно Атланту поддерживает сферу нашей головы.

Двенадцать грудных позвонков отличаются от других тем, что несут ребра, подвижно прикрепленные хрящами к их парным отросткам. Грудные позвонки, ребра и грудина формируют ***грудную клетку*** (см. рис. 120, 1), которая ограничивает грудную полость. Первые семь пар ребер присоединены хрящами непосредственно к грудине. Еще три пары с помощью хряща соединены с концами расположенных выше ребер, а концы ребер 11-й и 12-й пар расположены свободно. Такое строение обеспечивает подвижность грудной клетки во время дыхания. Грудная клетка защищает сердце и легкие, а также частично печень, селезенку и желудок.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Наибольшие размеры имеют пять поясничных позвонков. Пять сросшихся между собой крестцовых позвонков образуют единую кость – крестец. К боковым частям крестца присоединены кости таза. Завершается позвоночник копчиковым отделом, состоящим из 1–5 (чаще всего 4) сросшихся между собой небольших позвонков. Этот отдел позвоночника человека отвечает хвостовому отделу большинства млекопитающих.

Каково строение скелета конечностей? Скелет верхней и нижней конечностей состоит из скелета поясов (соответственно плечевого и тазового) и скелета свободной конечности. **Плечевой пояс** состоит из двух парных костей: лопаток и ключиц (рис. 122, 1, 2). *Лопатки* – плоские кости треугольной формы, расположенные на задней поверхности грудной клетки. Они соединены с ключицей и плечевой костью. Плечевая кость и лопатка образуют *плечевой сустав*. Ключица, кроме соединения с лопаткой, другим своим концом соединяется с грудиной. Благодаря этому ключицы

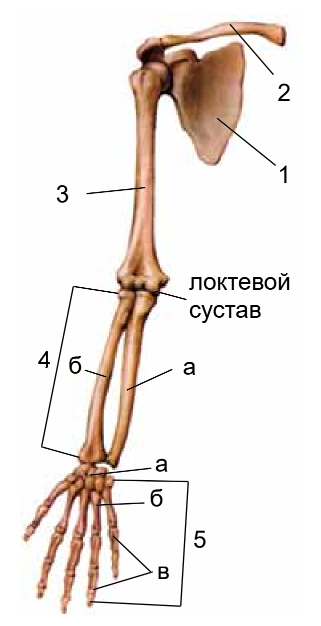


Рис. 122. Плечевой пояс: 1 – лопатка; 2 – ключица. Скелет свободной верхней конечности: 3 – плечевая кость; 4 – кости предплечья (а – локтевая; б – лучевая); 5 – кисть (а – запястье; б – пясть; в – фаланги пальцев). ***Задание***. *Найдите на рисунке плечевой сустав. Назовите кости, которые он соединяет*

держат плечевой сустав на соответствующем расстоянии от грудной клетки, обеспечивая свободу движений верхних конечностей. Перелом ключицы приводит к тому, что плечевой сустав прижимается к грудной клетке: вследствие этого движения верхней конечности становятся ограниченными и болезненными.

Скелет свободной верхней конечности (рис. 122) состоит из трех отделов: плеча, предплечья и кисти. *Плечо* имеет только одну плечевую кость, которая верхней головкой соединяется с лопаткой, а нижней – с костями предплечья, образуя *локтевой сустав*. Предплечье образовано двумя костями: локтевой и лучевой.

У *кисти* различают три части: запястье, пясть и кости пальцев (рис. 122). *Запястье* образовано восемью короткими костями, расположенными в два ряда. Пять удлиненных костей *пястья* подвижно соединены с костями пальцев. Каждый палец имеет свое название: *большой*, *указательный*, *средний*, *безымянный*, *мизинец*. Большой палец состоит из двух костей и противопоставлен другим. Все другие пальцы имеют по три кости – ***фаланги***. Такое строение кисти обеспечивает выполнение ею самых разнообразных движений.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Рука – уникальный орган. С помощью руки человек реализует то, что рождает его мысль. Большие города, искусственные моря, космические корабли – все это рукотворные памятники человека.

Тазовый пояс содержит две массивные тазовые кости, которые спереди соединены между собой хрящом, а сзади срослись с крестцовым отделом позвоночника (рис. 123). В каждой тазовой кости есть шаровидная впадина, куда заходит головка бедренной кости. Благодаря этому они переносят массу тела на нижние конечности, обеспечивая опору и движение. Кроме того, кости таза защищают и поддерживают внутренние органы брюшной полости.

Скелет свободной нижней конечности включает три отдела: бедро, голень и стопу. *Бедро* образовано *бедренной костью* – самой длинной в скелете человека (ее длина составляет до 25 % длины тела). Верхняя головка бедренной кости образует *тазобедренный сустав* с костями таза, а нижняя – *коленный сустав* с надколенной чашечкой (самая короткая кость) и большой берцовой костью. *Голень* включает *большую* и *малую берцовые кости*. Они образуют *голеностопный сустав* с костями стопы.

Стопа выполняет опорную функцию во время стояния и хождения. В ее скелете различают *плюсну*, *предплюсну* и кости *пальцев* стопы.

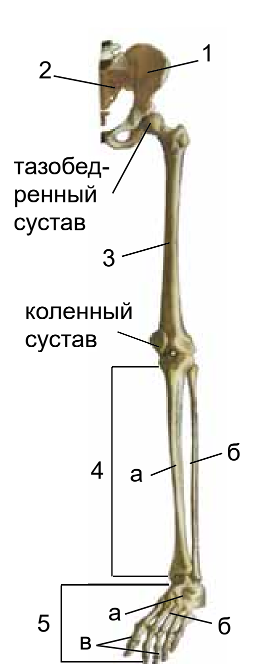


Рис. 123. Тазовый пояс: 1 – тазовые кости; 2 – крестец. Скелет свободной нижней конечности: 3 – бедренная кость; 4 – голень (а – большая берцовая кость, б – малая берцовая кость); 5 – стопа (а – предплюсна; б – плюсна; в – фаланги пальцев). ***Задание.*** *Найдите на рисунке голеностопный сустав*

Каковы отличия в строении скелета человека и млекопитающих? Среди млекопитающих наиболее близок скелету человека скелет человекообразной обезьяны (рис. 124). Однако череп человека имеет больший объем, лицевая часть не выступает вперед так, как у человекообразных обезьян. Большой внутренний объем черепа человека обусловлен значительным развитием головного мозга. У человека более сглаженная лицевая часть черепа. Это связано с тем, что в процессе исторического развития человек перешел от употребления грубой сырой пищи к кулинарной обработке блюд.

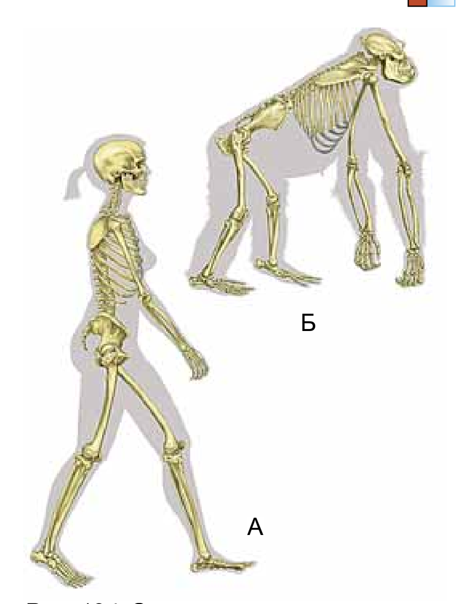


Рис. 124. Сравнение скелетов человека (А) и человекообразной обезьяны (Б). ***Задание.*** *Объясните, чем вызваны отличия в строении скелетов человека и обезьяны*

Позвоночник человека не прямой, как у обезьян, а по форме напоминает латинскую букву S (такая форма способствует смягчению сотрясений во время бега или прыжков). Кроме того, изгибы позвоночника помогают сохранять равновесие при прямохождении.

У обезьян грудная клетка сжата по бокам и направлена вперед. У человека – сжата в спинно-брюшном направлении и имеет вид срезанного конуса. Такая форма увеличивает объем грудной клетки и позволяет лучше сохранять равновесие тела при прямохождении. Верхние конечности человека несколько укорочены по сравнению с обезьянами. Они освобождены от опорной функции во время передвижения и используются преимущественно для трудовой деятельности. В связи с прямохождением вся нагрузка тела приходится на нижние конечности. Поэтому у человека более крепкие кости таза. Сам таз у человека достаточно широкий и имеет вид чаши, что служит опорой для внутренних органов.

Достаточно массивны и кости нижних конечностей. Кроме того, утолщенный первый палец ноги не противопоставлен другим, как у обезьян. Это не только помогает сохранить вертикальное положение тела, но и способствует быстрому бегу. Сводчатая форма стопы человека смягчает толчки во время бега и прыжков, уменьшает утомляемость при длительном передвижении.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **череп, позвоночник, грудная клетка, скелеты конечностей и их поясов.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Скелет человека состоит из отделов: скелета головы (череп), туловища (позвоночник и грудная клетка), конечностей (скелет свободных конечностей и их поясов). Череп имеет лицевой и мозговой отделы. Все кости черепа соединены неподвижно, за исключением нижней челюсти. Позвоночник состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и копчикового отделов. Грудная клетка состоит из грудины, двенадцати пар ребер и грудных позвонков. Скелет

верхних конечностей – это кости плечевого пояса (лопатки и ключицы) и скелет свободных верхних конечностей (кости плеча, предплечья и кисти). Скелет нижних конечностей – это кости тазового пояса и скелет свободной нижней конечности (кости бедра, голени и стопы).

- Вертикальное положение тела, изгибы позвоночника, свода стопы, положение ее большого пальца, уплощенная форма грудной клетки, и особенно строение кисти человека, – основные отличия его скелета от скелета человекообразных обезьян.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. На какие отделы делится скелет человека? Из каких костей они состоят? 2. Каково строение позвоночника и каково его значение? 3. Какие кости образуют грудную клетку? Каковы ее функции? 4. Каковы особенности строения пояса верхних конечностей? 5. Из каких костей состоит скелет верхней свободной конечности? 6. Каково строение тазовых костей? Каковы их функции? 7. Каковы особенности строения скелета нижней свободной конечности?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите ряд костей, входящих в состав грудной клетки: а) ребра, грудина, грудные позвонки; б) ключица, ребра, грудина; в) ключица, грудина, грудные позвонки; г) грудина, грудные позвонки, лопатка.

2. Чем скелет человека отличается от скелета человекообразных обезьян: а) сводчатым строением стопы; б) количеством фаланг пальцев; в) количеством шейных позвонков; г) расположением большого пальца рук?

Образуйте логические пары

Установите соответствие между костями и суставами, которые они образуют.

1 плечевой сустав	**А** тазовая кость и бедренная кость
2 локтевой сустав	**Б** бедренная кость и большая берцовая и малая берцовая кости
3 тазобедренный сустав	**В** лопатка и плечевая кость
4 коленный сустав	**Г** плечевая кость, локтевая и лучевая



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте функции разных отделов скелета человека.

§ 31. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Вспомните виды мышечных тканей и их свойства. Что такое диафрагма? Каковы ее функции?

Костная и хрящевая ткань образуют только каркас тела – скелет, который сам по себе двигаться не может. Движения всего тела (бег, ходьба, прыжки) или отдельных его частей (например, движения пальцев) обеспечиваются сокращением и расслаблением скелетных мышц. Кроме движения, эти мышцы поддерживают также определенное положение тела, его осанку (например, во время сидения или стояния).

Каковы особенности строения скелетных мышц? Как вы помните, скелетные мышцы относятся к исчерченным. Любая скелетная мышца образована группами удлиненных мышечных клеток – волокон, собранных в пучки и соединенных между собой прослойками соединительной ткани (рис. 125).

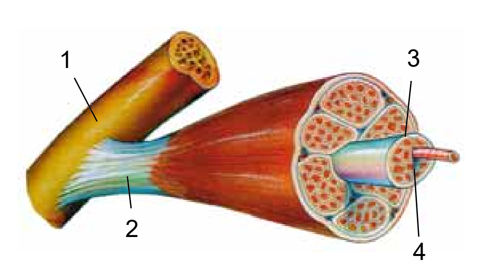


Рис. 125. Общее строение скелетной мышцы: 1 – кость; 2 – сухожилие; 3 – соединительнотканная оболочка мышечного волокна; 4 – мышечные волокна

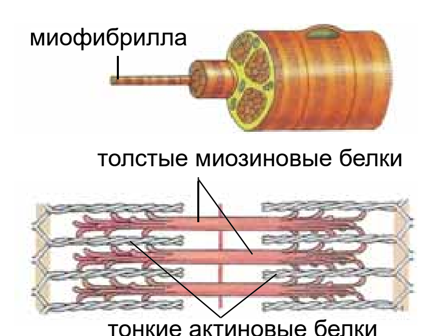


Рис. 126. Схематическое строение мышечного волокна

Соединительнотканные прослойки на концах мышц переходят в сухожилие мышцы, с помощью которого она крепится к кости. Сверху каждая мышца укрыта тонкой соединительнотканной оболочкой – ***фасцией***. Фасции отделяют одну мышцу от другой, обеспечивая их независимое сокращение.

Мышца состоит из *головки* (начало мышцы), *тела* (средняя часть) и *хвоста* (конечная часть). Сократительная часть мышцы состоит из тысяч удлиненных цилиндрических клеток, расположенных параллельно друг к другу, – ***мышечных волокон***, или ***миоцитов*** (рис. 125). Каждое мышечное волокно – это вытянутая многоядерная клетка, окруженная соединительнотканной оболочкой. Основой мышечных клеток являются сократительные элементы – ***миофибриллы***. Они состоят из многих одинаковых продольных сегментов, отделенных друг от друга мембранами. В каждом сегменте упорядоченно расположены тонкие и толстые нити. Тонкие состоят из сократительного белка *актина*, а толстые – из сократительного белка *миозина* (рис. 126). Участки перекрытия актиновых и миозиновых нитей под световым микроскопом имеют вид темных полос. Между ними расположен более светлый участок, в котором есть лишь белок миозин. Светлыми являются также участки соседних сегментов, которые содержат лишь нити актина. Такая очередность темных и светлых дисков в миофибриллах обуславливает исчерченность скелетных мышц.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Микроскопическое строение скелетных мышц

Оборудование и объекты исследования: микроскопы, микропрепараты мышечных тканей: исчерченных (скелетной, сердечной мышцы) и неисчерченных.

1. Рассмотрите под микроскопом микропрепараты исчерченных и неисчерченных мышечных тканей. Сравните увиденное.
2. Выявите особенности строения скелетной мышечной ткани, которые обеспечивают выполнение ее функций.

Кровеносная система снабжает скелетные мышцы питательными веществами и кислородом, которые используются для образования энергии, необходимой для их работы. Мышечное сокращение сопровождается выделением значительного количества теплоты. Это важно для поддержания нормальной температуры тела. Конечные продукты обмена веществ выводятся из мышцы

также при участии кровеносной системы. Следовательно, в мышцах происходит интенсивный обмен веществ и превращение энергии.

Какие различают основные группы мышц? По форме скелетные мышцы подразделяют на длинные, короткие и широкие. ***Длинные мышцы*** расположены преимущественно на конечностях. Они веретеновидной формы и имеют 2–4 головки. Между отдельными ребрами, позвонками или в глубоких слоях возле позвоночника расположены ***короткие мышцы***. ***Широкие мышцы*** находятся преимущественно на туловище и имеют форму слоев разной толщины (мышцы живота, диафрагма и т. п.).

Мышцы еще различают по характеру работы, которую они выполняют. Мышцы, сгибающие конечность в суставе, называют ***сгибателями*** (например, двуглавая мышца плеча), а те, которые ее разгибают, – ***разгибателями*** (трехглавая мышца плеча и др.). Мышцы, которые приближают конечность к срединной линии тела, называют ***приводящими*** (например, большая приводящая мышца нижней конечности), а те, которые отдаляют, – ***отводящими*** (некоторые мышцы кисти и стопы). Несколько мышц, которые производят совместную работу, обеспечивая одно и то же движение в определенном суставе, называют ***синергистами***, а мышцы противоположной группы – ***антагонистами***. Например, мышцы, сгибающие предплечье, – синергисты, а разгибающие их – антагонисты.

Мышцы человека делят также на группы в соответствии с местом их расположения: мышцы головы, шеи, груди, живота, спины, верхней и нижней конечностей. **Мышцы головы** человека по своим функциям делят на мимические и жевательные. ***Мимические мышцы*** – тоненькие пучки мышечных волокон, которые одним концом прикреплены к костям черепа, а другим – вплетены в кожу. Некоторые из них, например круговые мышцы рта и глаза, связаны лишь с кожей. Сложно скоординированные сокращения мимических мышц образуют складки кожи в разных участках лица, придают определенную конфигурацию губам, ноздрям, бровям, векам. В результате этого формируется выражение лица – ***мимика***. Кроме того, мимические мышцы участвуют в образовании речи.

Жевательные мышцы обеспечивают разнообразные движения нижней челюсти при жевании, глотании пищи, разговоре.

Мышцы шеи приводят в движение голову (поворачивают, наклоняют и т. п.) и шею.

Мышцы туловища состоят из мышц груди, спины и живота (рис. 127). ***Мышцы груди*** делят на мышцы, которые одним концом присоединены к грудной клетке, а другим – к костям плечевого пояса и верхних конечностей, и *собственно грудные мышцы*. Первая группа мышц двигает кости плечевого пояса и свободной верхней конечности (большая и малая грудные мышцы). Вторая группа (внешние и внутренние межреберные мышцы) обеспечивает дыхательные движения. В дыхательных движениях, как вы уже знаете, участвует и диафрагма, отделяющая грудную полость от брюшной.

Мышцы живота образуют переднюю и боковые стенки брюшной полости. Совокупность мышц стенки живота имеет название ***брюшной пресс*** (при одновременном сокращении они давят на органы брюшной полости). Они также обеспечивают сгибание туловища вперед и в стороны.

Мышцы спины делят на *поверхностные* (трапециевидная мышца, широчайшая мышца спины) и *глубокие* (рис. 127). Поверхностные мышцы обе-

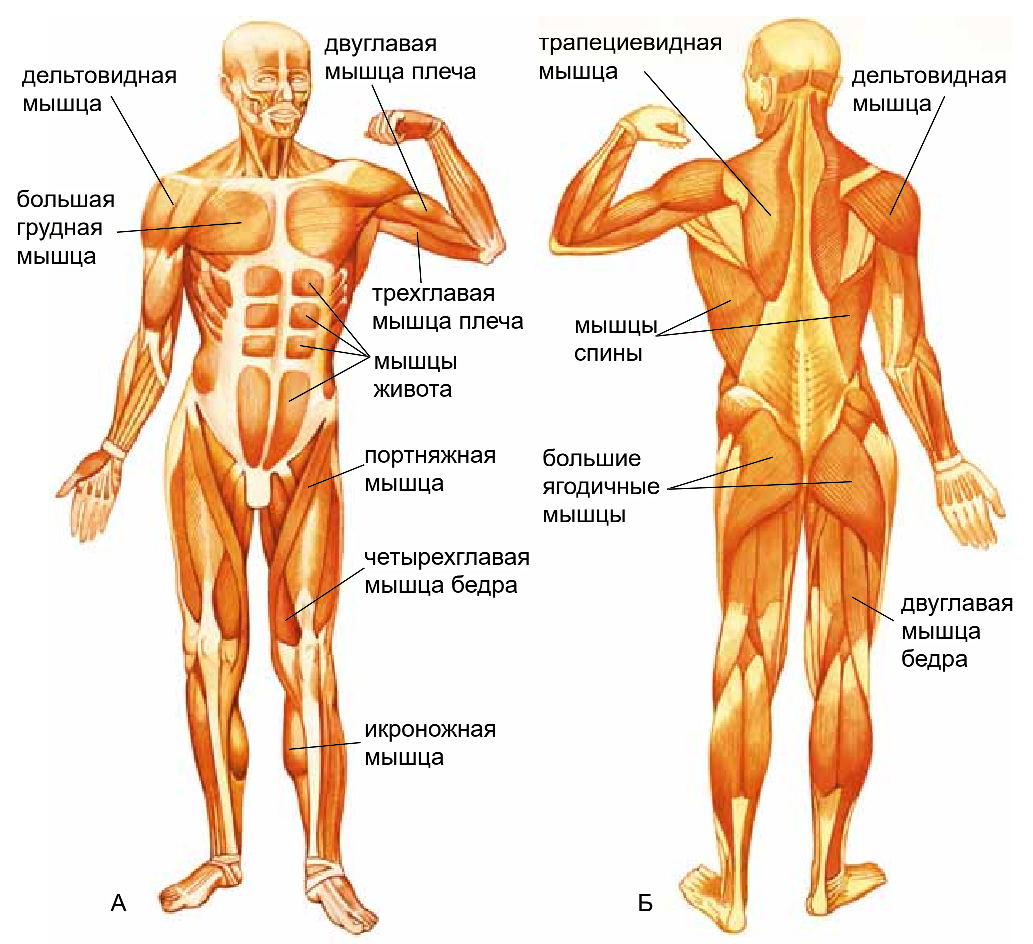


Рис. 127. Скелетные мышцы человека: А – вид спереди; Б – вид сзади

спечивают движения лопатки и (частично) рук, а при фиксированном плечевом поясе – движения головы. Глубокие мышцы спины расположены по обе стороны от позвоночника и разгибают его, поддерживая тело в вертикальном положении.

Мышцы верхней и ***нижней конечностей*** состоят из мышц соответствующего пояса и мышц свободной конечности. Самой большой мышцей *пояса верхней конечности* является дельтовидная мышца, которая поднимает руку в горизонтальное положение. *Мышцы верхней свободной конечности* делят на мышцы плеча, предплечья и кисти. Каждую из этих групп делят на переднюю и заднюю группу: все мышцы передней группы являются сгибателями, а задней – разгибателями. Самой большой мышцей передней группы плеча является двуглавая мышца, а задней – трехглавая.

Самыми крупными *мышцами тазового пояса* являются ягодичные мышцы, которые вместе с другими мышцами этой группы выпрямляют согнутое вперед туловище и обеспечивают движения бедра (рис. 127). *Мышцы нижней свободной конечности* делят на мышцы бедра, голени и стопы. Среди них есть сгибатели и разгибатели, обеспечивающие соответствующие движения нижних конечностей. На передней поверхности бедра самая крупная

среди всех мышц человека четырехглавая мышца бедра, которая разгибает ногу в коленном суставе. На задней поверхности бедра находится двуглавая мышца. На передней части бедра расположена портняжная мышца. Она сгибает ногу в тазобедренном и коленном суставах. На голени выделяют переднюю, заднюю и боковую группы мышц. К передней группе относятся: передняя большая берцовая мышца (поднимает стопу), мышцы – разгибатели пальцев. Трехглавая икроножная мышца сгибает стопу.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **фасция, миоцит, миофибрилла, миозин, актин.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Сокращение скелетных мышц обеспечивает движение всего тела или отдельных его частей, а также поддержание осанки тела. Скелетная мышца состоит из сократительной и несократительной частей. По форме скелетные мышцы бывают длинные, короткие и широкие.
- Мышцы, которые производят совместную работу, обеспечивая одно и то же движение в определенном суставе, называют синергистами, а мышцы противоположной группы – антагонистами.
- Мышцы человека делят также на группы в соответствии с местом их расположения: мышцы головы, шеи, груди, живота, спины, верхней и нижней конечностей.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

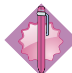
1. Каково строение скелетных мышц? 2. Какие функции выполняют скелетные мышцы в организме человека? 3. На какие группы делят скелетные мышцы по форме? 4. На какие группы делят скелетные мышцы по функциям? Какие мышцы называют синергистами, а какие – антагонистами?

Выберите один правильный ответ

Укажите белки, которые входят в состав сократительных элементов мышечных волокон: а) актин, миозин; б) гемоглобин, миоглобин; в) миозин, коллаген; г) коллаген, гемоглобин.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте функциональную взаимосвязь костей и мышц на примере пояса верхних конечностей.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте таблицу «Суставы и мышцы, обеспечивающие их движения».

§ 32. РАБОТА МЫШЦ И ПРИЧИНЫ ИХ УТОМЛЕНИЯ

Вспомните, какие белки входят в состав мышц. Каковы функции этих белков? Почему исчерченные мышцы имеют такое название? Что такое сила и как ее измеряют?

Что такое сила и работа мышц? Для скелетных мышц характерны: сила, напряжение, выносливость, тонус, работа. Вы уже знаете, что мышечное сокращение сопровождается выделением значительного количества теплоты, необходимой для поддержания постоянной температуры тела.



Сокращаясь, мышца утолщается и производит определенную работу. Мышца может значительно укорачиваться, развивая небольшое напряжение или же значительное напряжение при незначительном сокращении. ***Напряжением*** называют состояние скелетной мышцы, при котором она продолжительное время может устойчиво поддерживать состояние сокращения.

Величина работы, которую способна выполнить мышца, зависит от ее силы. ***Сила мышцы*** – это то максимальное напряжение, которое она может развить. Ее оценивают или по максимальному грузу, который способна поднять мышца, или по максимальному напряжению, которое она может создать.

Одиночное мышечное волокно способно развивать напряжение 100–200 мг. Учитывая то, что общее количество мышечных волокон в теле человека составляет около 15–30 млн, то они могли бы при одновременном направленном действии развить напряжение 20–30 т. Разумеется, чем больше поперечное сечение мышцы, тем большую силу она развивает. Мышечные волокна во время тренировки становятся толще вследствие увеличения в них количества сократительных белков. Количество мышечных волокон в каждой мышце при этом остается неизменным.

Здоровье человека. Каждый юноша при условиях правильной тренировки может добиться значительного развития скелетной мускулатуры. Однако занятия силовыми упражнениями следует начинать не раньше чем в 14–15 лет.

Работу скелетных мышц делят на статическую и динамическую (рис. 128). ***Статическая работа*** мышц связана с тем, что они определенное время находятся в состоянии напряжения. Благодаря статической работе скелетных мышц в определенном положении удерживается конечность или груз, сохраняется соответствующее положение тела в пространстве, преодолевается сила тяжести Земли и т. п.

Динамическая работа обеспечивает движения тела или отдельных его частей. Она связана с периодическим чередованием сокращения и расслабления мышц. Скорость сокращения мышц зависит от частоты поступления нервных импульсов, а также от строения и свойств самих мышц.





Рис. 128. Пример статической (1) и динамической (2) работы мышц

Все скелетные мышцы постоянно находятся в состоянии частичного сокращения – ***мышечного тонуса.*** Он поддерживается непрерывным потоком нервных импульсов, поступающих от спинного мозга.

Здоровье человека. За счет тонуса мышц сохраняется осанка тела и внутренние органы поддерживаются в определенном положении. Снижение тонуса мышц негативно влияет на деятельность всего организма. Причиной снижения тонуса мышц могут быть негативные эмоции, нарушения режима дня, особенно недосыпание, переутомление, недостаток витаминов. Поэтому поддерживайте тонус своих мышц постоянными дозированными физическими нагрузками, соблюдением режима труда и активного отдыха.

Что такое выносливость и утомление мышц? ***Выносливость мышц*** – это их способность продолжительное время поддерживать заданный ритм работы. Чем больше выносливость мышц, тем позже наступает их усталость. ***Утомление мышц*** – временное снижение или потеря их работоспособности, возникающее в результате выполнения определенной работы. При увеличении массы груза механическая работа, которую выполняет мышца, растет. Но при чрезмерной нагрузке объем производимой работы быстро уменьшается и в конце концов величина работы равняется нулю. При этом мышца, даже при максимальном напряжении, не способна поднять груз.

ЗАПОМНИТЕ! На утомление мышц влияет и ритм их сокращения: так, слишком медленные или очень быстрые сокращения снижают выносливость быстрее, чем средние (оптимальные). При оптимальной нагрузке и ритме сокращения мышц утомление наступает позже, потому что в промежутках между сокращениями работоспособность мышцы частично восстанавливается.

Русский физиолог И.М. Сеченов своими опытами установил, что при активном отдыхе работоспособность утомленной мышцы восстанавливается быстрее, чем в условиях пассивного отдыха. Это объясняют тем, что когда определенные группы мышц работают, то ускоряется кровообращение и обмен веществ. Поэтому ускоряется окисление и выведение из отдыхающих мышц окончательных продуктов обмена веществ. В то же время кровь быстрее снабжает эти мышцы питательными веществами и кислородом.

Здоровье человека. Продолжительная или интенсивная работа может привести к переутомлению, когда исчерпываются энергетические ресурсы мышечных клеток. Чтобы предотвратить переутомление, необходимо избегать чрезмерных нагрузок без достаточной физической подготовки. Чередование физических нагрузок и отдыха является одним из способов поддержания высокой работоспособности и предотвращения переутомления.

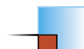
ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Развитие утомления мышц при статической и динамической нагрузке

Оборудование: гантели, часы.

***Задание 1.* Определите усталость при статической нагрузке.**

1. Возьмите в руки гантели массой по 0,5 кг. Разведите руки в стороны, поднимите их до уровня плеч и держите в этом положении столько, сколько сможете.
2. Зафиксируйте время, потраченное на выполнение статической работы.



***Задание 2.* Определите утомление мышц при динамической нагрузке.**

1. Возьмите в руки такие же гантели. Ритмично поднимайте и опускайте их, пока не почувствуете утомление.
2. Зафиксируйте время, потраченное на выполнение динамической работы.
3. Повторите упражнение с гантелями в ускоренном ритме до ощущения утомления.
4. Сравните полученные результаты. Объясните, когда утомление наступает быстрее.

В чем заключается нервная и гуморальная регуляции движений? В спинном мозге есть нервные центры, которые регулируют сокращение мышц и осуществление простых рефлекторных движений, например сгибание ноги в коленном суставе. Сложные движения, такие как игра на пианино или написание текста, контролируются нервными центрами полушарий головного мозга. Важную роль в регуляции движений и тонуса мышц играет мозжечок, координирующий деятельность высших и низших двигательных центров.

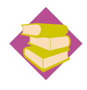
Тонус мышц повышает гормон адреналин (*вспомните роль этого гормона в регуляции других систем организма*). Некоторые биологически активные вещества могут остановить работу мышц (яды некоторых змей, пауков и т. п.).

✿ *Ключевые термины и понятия:* **сила, напряжение, выносливость, тонус, утомление мышц, статическая и динамическая работа мышц.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Во время работы мышц чередуются периоды их сокращения и расслабления. Это явление основывается на мышечном рефлексе – сокращении мышцы в ответ на поступление нервного импульса. Работа мышц сопровождается расходами энергии. Мышцам свойственны сила и напряжение.
- Работа мышц бывает статической и динамической. Способность мышц осуществлять на протяжении более или менее длительного отрезка времени работу определенного вида и интенсивности называют выносливостью. Чем больше выносливость мышц, тем позже наступает их утомление. Утомление мышц – это временное снижение или потеря их работоспособности, возникающая в результате выполнения работы. Самой производительной является физическая работа, которую выполняют со средней нагрузкой и в среднем темпе.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое напряжение и сила сокращения мышц? 2. От чего зависит сила сокращения мышц? 3. Как определить работу мышц? Чем отличается статическая работа от динамической? 4. Какое биологическое значение чередования сокращения и расслабления мышц? 5. Что такое выносливость мышцы? 6. Что такое утомление мышц и каковы его причины?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите свойство мышц, благодаря которому поддерживается осанка тела, удерживаются внутренние органы в определенном положении: а) сила; б) скорость сокращения; в) выносливость; г) тонус.
2. Выносливость мышц – это: а) способность к сокращению; б) способность длительное время поддерживать заданный ритм работы; в) способность к возбуждению; г) способность длительное время не возбуждаться.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Как ритм и нагрузка влияют на развитие утомления мышц? Как избежать утомления мышц?



ПОДУМАЙТЕ. 1. Людей, которые сверх меры развивают мышцы, называют культуристами. В каком состоянии находятся мышцы у культуристов? Благодаря чему увеличивается масса мышц у культуристов? 2. Почему статическая работа утомляет больше, чем динамическая? 3. Почему у человека, который активно отдыхает, утомление проходит быстрее, чем у отдыхающего пассивно?

ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. В присутствии взрослого выполните подряд 10 приседаний. Какие ощущения в ногах вы наблюдаете через 1, 2, 15 мин? Объясните, почему возникают такие ощущения.

§ 33. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Вспомните, как мышцы крепятся к костям. Для чего применяют рентгенографический метод диагностики? Почему у людей преклонного возраста кости хрупкие, а переломы срастаются плохо?

Каковы причины повреждения опорно-двигательной системы? При выполнении физической работы, занятиях спортом, бытовой деятельности часто возникают ситуации, когда приходится делать резкие, не всегда скоординированные движения. При этом иногда повреждается опорно-двигательный аппарат.

Повреждение организма, вызванное внешним влиянием (механическим, химическим, электрическим и т. п.), называют ***травмой***. Причинами травм опорно-двигательной системы могут быть незнание правил безопасности, условий ипользования бытовых приборов, занятия спортом, нарушения правил дорожного движения, употребление алкоголя или наркотиков. Травмы часто бывают следствием игр на строительных площадках, ныряния в воду с большой высоты, драк и т. п.

Какими бывают травмы опорно-двигательной системы? Самые распространенные травмы опорно-двигательной системы – это растяжение связок, вывихи, закрытые и открытые переломы. ***Растяжение*** – это повреждение связок. Часто в результате растяжений возникают разрывы отдельных волокон сухожилий. В месте растяжения появляются отеки, кровоизлияния, чувствуется сильная боль.

Здоровье человека. Первая помощь при растяжении – как можно быстрее приложить к поврежденному месту холодный предмет, например мешочек со льдом, ткань, смоченную холодной водой. Потом поврежденный сустав следует туго забинтовать (рис. 129) и обратиться к врачу. Если правильно лечить растяжение, оно проходит без последствий.



Рис. 129. Пример первой помощи при растяжении

Иногда в результате травмы происходит полный ***разрыв связки***. При этом следует немедленно обратиться к врачу: разорванные связки сшивают только в клиниках. Если при травме нарушается герметичность суставной полости, то может развиться воспаление сустава, требующее длительного лечения.

Вывих – это повреждение суставов. При этом смещаются концы костей, которые входят в состав сустава. Вывих иногда сопровождается растяжением связок и мышц, разрывом суставной сумки.

Здоровье человека. Вправлять и лечить вывихи может только врач. Но потерпевшему нужно немедленно оказать первую помощь. Вывихнутый сустав следует зафиксировать в неподвижном состоянии: руку подвесить через шею на бинте или платке, а на ногу – наложить шину. Медицинские шины продают в аптеках. При их отсутствии самую простую шину можно изготовить из подручных материалов: тонких деревянных дощечек, фанеры, палок, плотного картона и т. п. Для обеспечения полной неподвижности конечности шина должна охватывать не только поврежденный сустав, но и соседние участки конечности. Это помешает дальнейшему смещению костей. Шину плотно привязывают к конечности широкими бинтами, полотенцами и т. п. Чтобы шина меньше давила на поврежденный орган, под нее желательно подложить мягкую ткань. После выздоровления с помощью специальных физических упражнений следует укрепить мышцы и связки поврежденного сустава.

Переломы костей сопровождаются нарушением их целостности. Они обычно возникают из-за травмы. В случае травматических переломов повреждаются мягкие ткани. Чаще встречаются переломы длинных костей конечностей, реже – костей черепа, ключицы, тазового пояса. При *закрытых переломах* (когда покровы тела неповреждены) чувствуется сильная боль, поврежденное место отекает. Иногда изменяется форма конечности в результате смещения частей сломанной кости. Закрытый перелом обнаруживают, сделав рентгеновский снимок поврежденного участка. Перелом считают *открытым*, если при этом разрываются мягкие ткани и кожа.

Здоровье человека. Первая помощь в случае переломов заключается в том, чтобы обеспечить неподвижность сломанной кости с помощью шин (рис. 130).

ЗАПОМНИТЕ! Транспортировать потерпевших с переломами костей без обездвиживания, даже на небольшое расстояние, недопустимо. Это может привести к смещению сломанных костей, разрыву нервов и кровеносных сосудов. Накладывая шины, нужно фиксировать не менее двух суставов, расположенных выше и ниже поврежденного участка. Так, при переломе плеча или бедра фиксируют три сустава (для плеча фиксируют плечевой, локтевой и лучезапястный, а для бедра – тазобедренный, коленный и голеностопный суставы). Например, наложение шины на предплечье и фиксация руки на шее с помощью широкого бинта или платка (рис. 131). Если материал для изготовления шины найти не удается, следует прибинтовать поврежденную конечность к туловищу.



Рис. 130. Пример наложения шины при переломе бедра



Рис. 131. Наложение шины при переломе предплечья и фиксация руки

В случае открытого перелома с сильным кровотечением нужно наложить кровоостанавливающий жгут выше места кровотечения, а на рану – чистую повязку.

Не при всех переломах костей удается наложить шину. При переломе ребер потерпевшему нужно выдохнуть как можно больше воздуха и в дальнейшем делать лишь неглубокие вдохи.

Здоровье человека. При переломе ребер следует туго перебинтовать грудную клетку: это уменьшает подвижность ребер во время дыхательных движений. При переломе позвоночника надо немедленно вызывать «скорую помощь». До приезда врачей травмированного человека нужно положить лицом вниз на ровную твердую поверхность, например широкую доску или снятые двери. Под голову и плечи подложить валики из полотенец, одежды и т. п. При переломах костей тазового пояса травмированного человека кладут на твердую ровную поверхность, но лицом кверху. Тело фиксируют и под голову подкладывают мягкий валик. Ноги пострадавшего должны быть разведены в стороны и согнуты в коленях, под которые нужно подложить мягкие валики.

Потерпевшего с переломом черепа переносят на носилках, фиксируя при этом голову, как можно осторожнее транспортируют в больницу.

Лечат переломы в больнице, используя для этого специальные приспособления и методы.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **растяжения, вывихи, переломы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Травмы – это повреждения организма, вызванные внешним влиянием (механическим, химическим, электрическим и т. п.). Самые распространенные травмы опорно-двигательной системы – растяжения связок, вывихи, закрытые и открытые переломы. При травмировании следует оказать потерпевшему первую помощь и немедленно обратиться к врачу.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

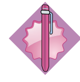
1. Каковы признаки вывиха и растяжения? Какую первую помощь оказывают в случае этих травм? 2. Какие бывают переломы костей? Какую помощь надо оказать в случае перелома костей? 3. В чем заключается первая помощь в случае перелома позвоночника?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите признаки вывиха: а) смещение частей травмированной кости относительно друг друга; б) смещение концов костей, входящих в состав сустава; в) нарушение целостности костей; г) повреждение костью покровов.
2. Выберите признаки закрытого перелома: а) смещение частей травмированной кости относительно друг друга без повреждения покровов; б) выход кости из суставной впадины; в) повреждение сломанной костью покровов; г) повреждение связок.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Оказание первой помощи при растяжении. II группа. Наложение повязок на разные части тела. III группа. Оказание первой помощи при переломе костей.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сымитируйте ситуации повреждения разных частей тела и продемонстрируйте наложение на них повязок. Подготовьте ответ в виде памятки «Поведение ученика при выполнении упражнений на разных спортивных снарядах».

§ 34. РАЗВИТИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Вспомните особенности строения опорно-двигательной системы человека. Какое значение для нормального функционирования организма человека имеют изгибы позвоночника? Что такое статическая и динамическая работа мышц?

Каковы возрастные особенности опорно-двигательной системы? В процессе роста и развития человека происходят значительные изменения опорно-двигательной системы. Так, у него постепенно формируются четыре изгиба позвоночника (рис. 132).



Рис. 132. Схема формирования прямохождения и изгибов позвоночника в первый год жизни ребенка. ***Задание.*** *Подумайте, какова роль этих изгибов для нормального функционирования нашего организма*

Постепенно происходит и рост костей. В длину кости растут неравномерно. Интенсивнее всего – в первые два года жизни. Следующее повышение интенсивности роста приходится на 7–8 лет, а потом у девочек – в 12–13 лет, а у мальчиков – в 13–14 лет. В возрасте 22–24 лет рост костей в длину прекращается. Мышцы до 13–14 лет увеличиваются медленно. Наиболее активно они растут в возрасте от 14 до 16 лет. Это самый лучший период для начала занятий силовыми видами спорта (рис. 133).

ЗАПОМНИТЕ! В детском и подростковом возрасте изменения опорно-двигательной системы связаны в первую очередь с ростом костей, их окостенением, формированием осанки.

Что такое осанка? Каковы условия правильного ее формирования? Каждому человеку присуща ***осанка***, то есть определенное положение тела в



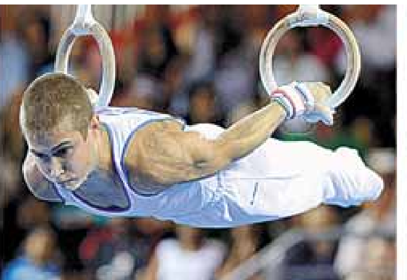




Рис. 133. Разные виды спорта. ***Задание.*** *Дополните перечень собственными примерами*

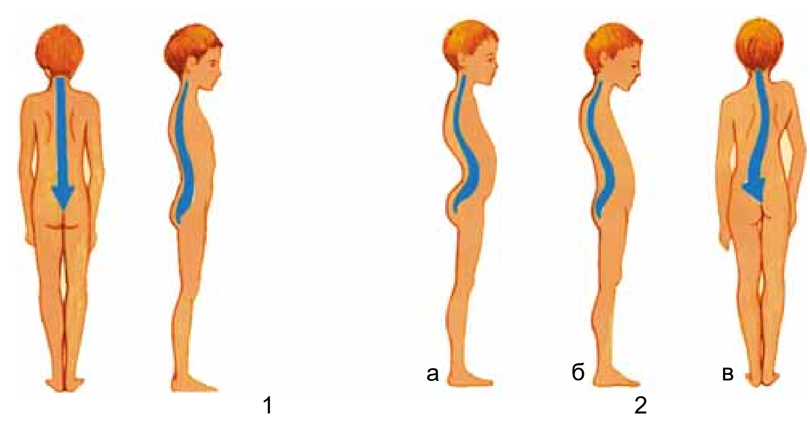


Рис. 134. 1. Правильная осанка человека. 2. Нарушение осанки: а – патологический лордоз, б – грудной кифоз (горб), в – сколиоз

состоянии покоя и во время движений. Осанка формируется с раннего детства в период роста организма и развития скелета и мышц. Она может изменяться на протяжении жизни человека. Для формирования правильной осанки большое значение имеет развитие мышечной системы, особенно мышц туловища.

Правильная осанка делает фигуру человека красивой. Характерные признаки правильной осанки такие: плавные изгибы позвоночника, симметричные развернутые плечи и лопатки, ноги прямые, хорошо развиты мышцы тела, прямые ноги с нормальным сводом стоп, красивая походка (рис. 134, 1). У людей с правильной осанкой голова всегда держится прямо, грудная клетка выступает над животом, живот подтянут. При неправильной осанке голова у человека наклонена или выдвинута вперед, грудная клетка вжата, плечи сведены к груди, живот выступающий и т. п.

ЗАПОМНИТЕ! Осанка имеет не только эстетическое[1] значение, но и влияет на функционирование всего организма. При нарушении осанки, особенно в период роста, могут возникнуть нарушения формы скелета, что ухудшает кровообращение, работу сердца, легких, пищеварение, вызывает расстройства деятельности нервной системы и т. п.

У детей осанка может нарушаться в результате заболеваний (рахита, ожирения и т. п.), неправильного режима труда и отдыха, плохо подобранной одежды, обуви и по другим причинам. Примером неправильной осанки может быть ***сутулость***, вызванная слабым развитием мышц спины. При этом грудной отдел позвоночника значительно выступает назад, образуя так называемую круглую спину, голова наклоняется вперед, а грудная клетка сплющивается.

Здоровье человека. Основными причинами возникновения сутулости является малоподвижный образ жизни, длительное сидение во время работы за неправильно подобранным по высоте столом, сон на слишком мягкой кровати и т. п.

[1]Эстетический (от греч. *аистезис* – ощущение, чувство) – удовлетворяющий требования эстетики (науки о прекрасном, об искусстве и художественном творчестве).

Нарушение осанки может сопровождаться появлением чрезмерных, или патологических, изгибов позвоночника, таких как изгибы вперед (*патологический поясничный лордоз*), назад (*патологический грудной кифоз,* или *сутулость*) и боковые искривления (*сколиоз*) (рис. 134, 2). Чаще всего эти изгибы возникают у детей в возрасте от 5 до 10 лет, когда в позвонках и других костях грудной клетки еще много хрящевой ткани. Самыми распространенными причинами нарушения формирования осанки является несоблюдение гигиенических правил (рис. 135): несоответствие высоты стола росту ребенка; сон на очень мягкой или вогнутой кровати; неправильная поза во время сидения за рабочим столом или партой. Это приводит к неравномерной нагрузке на позвоночник и мышцы спины; может повлечь искривление позвоночника.

К развитию нарушений осанки приводят также несбалансированное питание, недостаток витаминов. Продолжительные негативные эмоции, переутомление снижают тонус мышц и их роль в поддержании осанки.

ЗАПОМНИТЕ! При искривлении позвоночника уменьшается его подвижность. Возникают мышечные боли в спине. В особо тяжелых случаях меняется положение внутренних органов, которое приводит к расстройствам в их деятельности, а соответственно – к снижению работоспособности человека.

Здоровье человека. Лечение искривлений позвоночника основывается на выполнении специальных гимнастических упражнений под присмотром специалиста. Чтобы предотвратить искривления, необходимо избегать непомерных нагрузок на позвоночник, кровать должна быть твердой и ровной, сон – достаточным, еда – разнообразной и богатой витаминами. Освещение рабочего места должно быть достаточным, а положение за столом – правильным.

ЗАПОМНИТЕ! Перенося грузы, равномерно нагружайте обе руки; за столом сидите ровно, не наклоняясь в сторону; регулярно выполняйте физические упражнения для улучшения осанки. Важно помнить: предотвратить нарушения осанки легче, чем их устранить.

К нарушениям развития опорно-двигательной системы в детском возрасте относится и ***плоскостопие*** (рис. 136, 2) – сплющивание свода стопы, из-за чего он уменьшается. Как следствие, сжимаются кровеносные



Рис. 135. Причины нарушения осанки. ***Задание.*** *Назовите меры профилактики нарушений осанки*

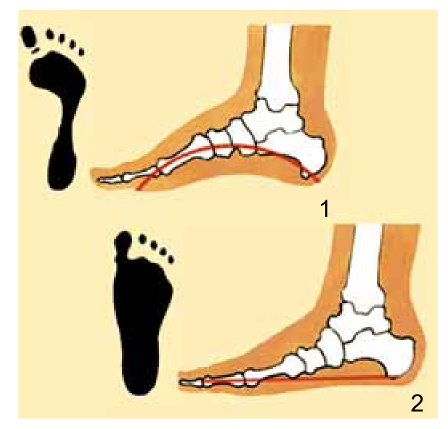


Рис. 136. Нормальна стопа (1), плоскостопие (2)

сосуды, нарушается кровообращение стопы, постоянно раздражаются ее нервные окончания. Это, в свою очередь, вызывает болевые ощущения в ногах и изменение походки. У человека с плоскостопием ноги быстро устают. Плоскостопие развивается в результате слабости мышц стопы, чрезмерной массы тела, ношения обуви на высоких каблуках. Плоскостопие может быть как врожденным (достаточно редко), так и приобретенным.

ЗАПОМНИТЕ! К плоскостопию может приводить ношение тесной обуви. Для профилактики плоскостопия нужно следить за своей осанкой, правильно подбирать обувь. Полезны занятия гимнастикой, спортом, а также хождение босиком по песку. При первых признаках плоскостопия следует обратиться к врачу-ортопеду[1]. В обувь людей, страдающих плоскостопием, вкладывают специальные стельки. Чем раньше выявлено плоскостопие, тем легче его лечить.

Что такое гиподинамия? Каково ее влияние на развитие опорно-двигательной системы? В наше время одним из самых вредных факторов, негативно влияющим на процессы роста и развития человека и вызывающим разные хронические болезни, является ***гиподинамия***. Это сниженная двигательная активность. Она особенно опасна в детском и школьном возрасте, потому что негативно влияет на формирование опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем, снижает сопротивляемость к возбудителям инфекционных болезней.

Уменьшение двигательной активности приводит к снижению интенсивности обмена веществ и энергии и даже при нормальном питании вызывает увеличение под кожей слоя жировой ткани. Как вы помните, чрезмерное развитие жировой ткани негативно влияет на функционирование нашего организма. Высокая концентрация жира в крови приводит к образованию его нерастворимых соединений с солями, оседающих на стенках сосудов, просвет которых при этом сужается, вызывая нарушение кровообращения. Соответственно уменьшается кровоснабжение тканей питательными веществами и кислородом.

При гиподинамии уменьшается интенсивность выделения пищеварительных соков. Вследствие этого ухудшается переваривание и усвоение питательных веществ.

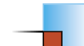
Гиподинамия вызывает снижение не только физической, но и умственной работоспособности, жизненного тонуса, а это приводит к ограничению социальной активности, стремления преодолевать трудности. Появляется эмоциональная неустойчивость.

Как взаимосвязаны физическая культура и здоровье? Правильная осанка, гармонично развитое тело всегда привлекали к себе внимание. Они воспеты поэтами, отображены в многочисленных произведениях художников и скульпторов. В сочетании с духовностью, умом и здоровьем гармония тела представляет наибольшее сокровище, которым может владеть человек.

Правильное формирование опорно-двигательной системы в первую очередь требует систематической работы мышц. Это способствует увеличению

---

[1]Ортопед – врач, который занимается профилактикой и лечением устойчивых нарушений формы позвоночника и конечностей.



их массы, что, в свою очередь, вызывает усиленный рост костей, к которым прикреплены мышцы. Активная работа мышц обуславливает интенсивный кровоток – кости получают больше питательных веществ и кислорода. Следовательно, чем лучше развита скелетная мускулатура, тем крепче становится скелет.

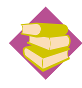
ЗАПОМНИТЕ! Даже кратковременные упражнения, если их выполнять ежедневно, способствуют росту силы мышц. Правильно дозированные физический труд и упражнения, а также периоды учебы обеспечивают гармоничное развитие личности: они повышают физическую и умственную работоспособность.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **осанка, лордоз, кифоз, сколиоз, плоскостопие, гиподинамия.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Правильная осанка является условием нормального развития и функционирования внутренних органов и предотвращения возникновения нарушений опорно-двигательной системы. Формирование правильной осанки обеспечивает нормальный рост и развитие организма. Главная роль в формировании правильной осанки принадлежит физической культуре и соблюдению правил гигиены.
- Слабые мышцы не способны поддерживать туловище в правильном положении, что может привести к сутулости, искривлениям позвоночника, плоскостопию и другим нарушениям гармоничного развития человеческого организма, а следовательно, негативно влияет на деятельность сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, пищеварения и т. п.
- Гиподинамия – это сниженная двигательная активность. Она негативно влияет на все физиологические функции и процессы в организме. Двигательная активность стимулирует процессы роста и развития организма, способствует нормальной жизнедеятельности.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие возрастные изменения происходят в опорно-двигательной системе человека? 2. Что такое осанка? Каковы признаки правильной и неправильной осанки? 3. Назовите правила предотвращения нарушений осанки. 4. Каковы условия нормального формирования опорно-двигательной системы человека? 5. Почему и как плоскостопие влияет на организм? 6. Как гиподинамия влияет на развитие опорно-двигательной системы и деятельность внутренних органов?

Выберите один правильный ответ

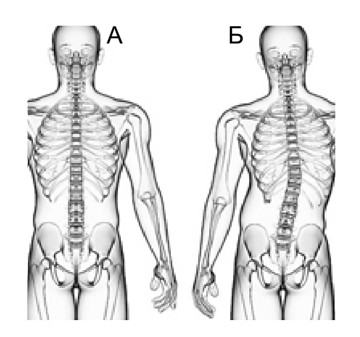
1. Укажите последствия гиподинамии: а) болезни сердечно-сосудистой системы; б) плоскостопие; в) гармоничное развитие тела; г) физическое здоровье.
2. Выберите значение занятий физкультурой: а) повышают устойчивость организма к болезням; б) снижают устойчивость организма к болезням; в) способствуют плоскостопию; г) замедляют развитие организма.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Охарактеризуйте негативные факторы, влияющие на развитие опорно-двигательной системы. II группа. Раскройте взаимосвязь физической культуры и здоровья человека.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Одним из последствий гиподинамии является низкая мышечная деятельность. Объясните, как она связана с обменом веществ в организме. 2. Почему не следует постоянно перегружать мышцы в детском возрасте?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1. Обратите внимание на рисунок и напишите, у какого ученика (А или Б) возникло заболевание опорно-двигательной системы. Чем оно вызвано?

ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 2 (*групповая работа*). Выполните проект (на выбор) с использованием компьютерной презентации. 1. Гиподинамия – враг современной цивилизации. 2. Двигательная активность – основа физического здоровья.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите вещества, обеспечивающие упругость костей: а) кальций карбонат; б) кальций ортофосфат; в) соединения Феррума; г) органические вещества.
2. Что придает костям твердость: а) костная ткань; б) хрящевая ткань; в) эпителиальная ткань; г) сухожилия?
3. Укажите мышцу, которая сгибает конечность в локтевом суставе: а) двуглавая мышца плеча; б) трехглавая мышца плеча; в) четырехглавая мышца; г) дельтовидная мышца.
4. Укажите мышцу, которая сгибает колено: а) двуглавая мышца бедра; б) портняжная мышца; в) четырехглавая мышца бедра; г) икроножная мышца.
5. Укажите функции красного костного мозга: а) разрушение костей; б) утолщение костей; в) образование клеток крови; г) рост костей в длину.
6. Укажите, какой становится мышца при сокращении: а) более толстой; б) более тонкой; в) более длинной; г) ее форма не меняется.
7. Укажите составляющие костей, обеспечивающие их питание: а) надкостница; б) красный костный мозг; в) нервные окончания; г) надхрящница.
8. Укажите факторы, обеспечивающие рост костей в длину: а) наличие желтого костного мозга; б) деление клеток хрящевой ткани, расположенной между головками и телом кости; в) деление клеток надкостницы; г) наличие красного костного мозга.
9. Укажите факторы, от которых зависит сила мышцы: а) количество кровеносных сосудов; б) количество и диаметр мышечных волокон; в) частота нервных импульсов, поступающих к мышце; г) количество жировой ткани.

Образуйте логические пары

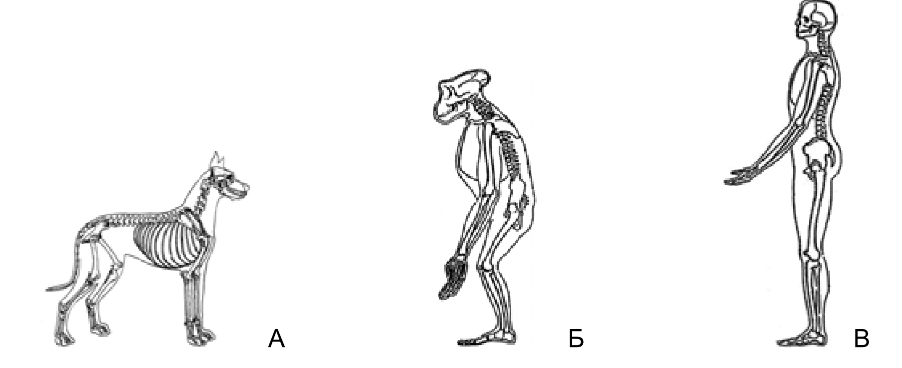
10. Установите соответствие между частями скелета конечностей и костями, входящими в их состав.

1 бедро	**А** кости запястья
2 предплечье	**Б** малая берцовая кость
3 голень	**В** локтевая кость
4 стопа	**Г** кости плюсны
	Д бедренная кость

11. Установите соответствие между движениями в суставах и мышцами, которые их двигают.

1 сгибание предплечья в локтевом суставе	**А** двуглавая мышца
2 разгибание предплечья в локтевом суставе	**Б** трехглавая мышца
3 сгибание коленного сустава	**В** икроножная мышца
4 разгибание коленного сустава	**Г** четырехглавая мышца бедра
	Д портняжная мышца

12. Рассмотрите на рисунках скелеты: А – собаки, Б – гориллы и В – человека. Объясните, как их строение связано с характером передвижения.



13. К какому заболеванию опорно-двигательной системы может привести постоянное нарушение гигиенических норм сидения за рабочим столом? Как оно влияет на деятельность внутренних органов?

14. Самая длинная кость – бедренная. Обычно она составляет до 25 % от роста человека. Определите размер своей бедренной кости. Какой процент от вашего роста она составляет?

15. В теле ребенка 300 костей, а в теле взрослого человека их 206. С чем это связано?

16. Объясните связь опорно-двигательной системы с системой кровообращения. Составьте схему.

17. Установите связь между занятиями физкультурой и развитием опорно-двигательной системы.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА. Понаблюдайте за влиянием физических упражнений на формирование скелетных мышц. Если вы не делаете физическую зарядку и не занимаетесь спортом, то начните это делать регулярно. Если вы занимаетесь спортом регулярно, то постепенно увеличивайте нагрузку на мышцы. Перед началом наблюдений измеряйте объем плеча в самом широком месте двуглавой мышцы при сокращении. Измеряйте также объем голени вытянутой ноги в самом широком месте икроножной мышцы. Ежемесячно повторяйте эти измерения, занося результаты в таблицу.



Тема 7

СВЯЗЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Что обеспечивает слаженность работы всех органов и систем органов организма человека? Как связаны функционально центральная и периферическая нервная система? Какова роль коры головного мозга в определении поведения человека?

§ 35. СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА. ЦЕНТРАЛЬНАЯ И ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Вспомните особенности строения нервной системы млекопитающих. Что такое нейрон, каково его строение? В чем заключается нервная и гуморальная регуляция жизненных функций организма? Что такое нервный импульс? Что такое рецепторы?

Каково строение и значение нервной системы человека? **Нервная система** – самая сложная и важнейшая система управления и взаимосвязи в организме человека. У человека нервная система в целом устроена так же, как и у других млекопитающих. По месту расположения нервной ткани различают центральную и периферическую ее части (рис. 137). Нервная ткань, расположенная в полости черепа и канале позвоночника, составляет ***центральную нервную систему***. Это головной и спинной мозг.

Центральная нервная система обеспечивает взаимосвязь всех клеток, тканей и органов организма. Она влияет на их деятельность и регулирует происходящие в них процессы. К тому же центральная нервная система обеспечивает связь организма с окружающей средой. С помощью рецепторов она получает информацию обо всех явлениях, происходящих в окружающей среде и в самом организме. Возбуждение, поступившее в центральную нервную систему, там обрабатывается и в виде нервного импульса передается рабочему органу.

Нервная ткань, расположенная за пределами черепа и канала позвоночника, образует ***периферическую нервную систему***. Это нервы, которые отходят от головного и спинного мозга, а также их сплетения и узлы. Нервы, отходящие от головного мозга, называют *черепно-мозговыми* (их 12 пар), а от спинного – *спинномозговыми* (31 пара). Черепно-мозговые нервы иннервируют органы чувств, некоторые исчерченные



Рис. 137. Общая схема нервной системы человека. Центральная нервная система: 1 – головной мозг; 2 – спинной мозг. Периферическая нервная система: 3 – черепно- и спинномозговые нервы

Рис. 138. Строение нерва: 1 – соединительнотканная оболочка; 2 – кровеносные сосуды; 3 – нервные волокна; 4 – аксон нейрона

мышцы, слезные и слюнные железы. Спинномозговые нервы иннервируют все участки тела человека, расположенные ниже шеи.

Вспомните: основным структурным и функциональным элементом нервной системы является нервная клетка – нейрон (см. рис. 9). Он имеет тело, многочисленные короткие отростки (их называют дендритами) и обычно один длинный (аксон). Длинные отростки, отходящие от нейронов, расположенных в головном и спинном мозге, образуют ***нервные волокна***. Они способны генерировать и распространять нервные импульсы.

Большинство нервных волокон окружено оболочкой из жироподобного вещества, выполняющего изоляционную функцию. Такие нервные волокна проводят нервные импульсы значительно быстрее, чем те, которые таких оболочек не имеют.

Нервные волокна собираются в пучки – ***нервы***, выходящие за пределы головного и спинного мозга. Как отдельные пучки, так и весь нерв окружают соединительнотканные оболочки (рис. 138). Нервы обеспечивают связь между центральной нервной системой, тканями и органами тела человека. По нервам возбуждение передается или из центральной нервной системы к органам, или от разных участков тела к центральной нервной системе.

Различают чувствительные, двигательные и смешанные нервы. По ***чувствительным нервам*** возбуждение направляется от разных органов к центральной нервной системе. По ***двигательным нервам*** возбуждение идет от центральной нервной системы к рабочим органам. Оба типа нервных волокон часто находятся в одном нерве. Такие нервы называют ***смешанными***.

В спинном и головном мозге различают серое и белое вещество. ***Серое вещество*** – это скопление тел нейронов и их коротких отростков, а ***белое*** – скопление длинных отростков нейронов. Белое вещество также входит в состав нервов. Скопления тел нейронов внутри белого вещества называется *ядром*. Скопления тел нейронов вне центральной нервной системы называют ***нервными узлами***. Они расположены во внутренних органах или около них.

Вы уже знаете, что нервной ткани свойственны возбудимость и проводимость. *Возбудимость* – способность нейронов быстро изменять свои свойства (возбуждаться) под воздействием определенных раздражителей, а *проводимость* – проводить и передавать возбуждение через отростки к другим нейронам или рабочим органам. Наименьшую силу действия раздражителя, которое способно вызвать возбуждение (нервный импульс), называют *порогом раздражения*.

Нервной системе присущ рефлекторный принцип работы. Как вы помните, ***рефлекс*** – это реакция организма в ответ на раздражение, которая происходит при участии нервной системы. Раздражения воспринимают ***рецепторы*** – специализированные чувствительные образования, превращающие определенные раздражители внешней и внутренней среды в нервные импульсы. Каждый вид рецепторов воспринимает лишь определенное раздражение (например, рецепторы глаза – свет, уха – звуки и т. п.). Рецепторы по характеру расположения делят на внешние, находящиеся на поверхности тела (рецепторы кожи, глаза, уха и т. п.), и внутренние, расположенные во внутренних органах (легких, сердце, пищеварительном тракте, мышцах, сухожилиях и др.).

В рецепторе в ответ на действие раздражителя возникают нервные импульсы, которые поступают в нервный центр, вызывая его возбуждение. Волны возбуждения распространяются по нервным волокнам. Нервный центр анализирует сигнал и, в свою очередь, посылает нервные импульсы. Следствием этого являются соответствующие реакции определенных органов или всего организма. Рефлексы, возникающие при раздражении внешних рецепторов, позволяют организму реагировать на изменения окружающей среды. Рефлексы, осуществляемые при возбуждении внутренних рецепторов, регулируют работу внутренних органов и поддерживают постоянство внутренней среды организма.

Вспомните: совокупность структур нервной системы, участвующих в осуществлении рефлекса, называют ***рефлекторной дугой***. В ее состав входят:

- рецептор;
- чувствительное нервное волокно, по которому возбуждение передается в центральную часть нервной системы;
- нервный центр, где анализируется полученная информация;
- двигательное нервное волокно, по которому нервные импульсы поступают в соответствующие рабочие органы.

Это пример двунейронной рефлекторной дуги (см. рис. 22). В организме человека рефлекторные дуги преимущественно трехнейронные (рис. 139). В такой дуге возбуждение от чувствительного на двигательный нейрон передается через ***вставочный нейрон***.

Таким образом, нервная система обеспечивает единство и целостность организма, относительное постоянство внутренней среды (гомеостаз), реакцию организма на действие разных раздражителей и приспособление его к изменчивым условиям окружающей среды.

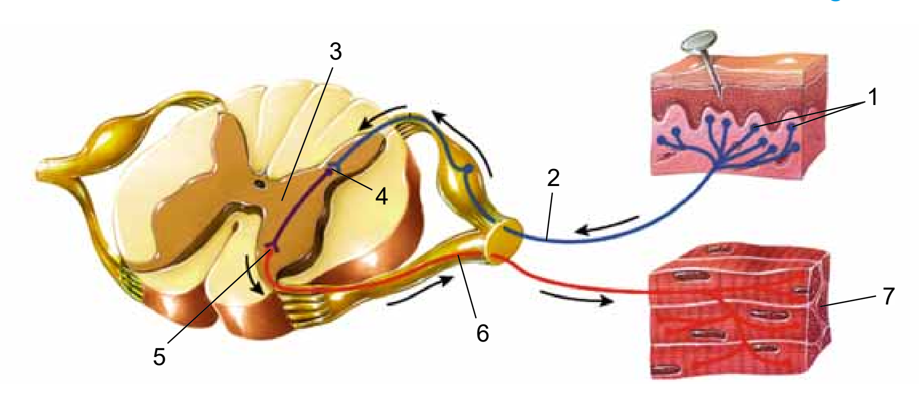


Рис. 139. Трехнейронная рефлекторная дуга: 1 – рецепторы; 2 – чувствительный нерв; 3 – серое вещество спинного мозга; 4 – вставочный нейрон; 5 – двигательный нейрон; 6 – двигательный нерв; 7 – рабочий орган. ***Задание.*** *Сравните рефлекторные дуги, изображенные на рис. 22 и рис. 139. Что между ними общего и отличного?*

В зависимости от функций нервную систему (центральную и периферическую) делят на соматическую и вегетативную.

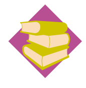
Соматическая нервная система руководит движениями скелетных мышц, воспринимает и проводит сигналы от органов чувств, обеспечивая связь организма с внешней средой. ***Вегетативная нервная система*** регулирует обмен веществ, работу внутренних органов (желудка, печени, почек, сердца, сосудов и т. п.) и состояние нервной системы в целом. Деятельность этого отдела, в отличие от соматического, не находится под контролем сознания человека, поэтому его второе название – ***автономная нервная система***.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **серое вещество, белое вещество, черепно-мозговые нервы, спинномозговые нервы, чувствительные, двигательные, смешанные нервы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Нервная система – это совокупность взаимосвязанных структур, которые регулируют все физиологические процессы в организме и позволяют организму функционировать согласованно как единое целое. Анатомически нервную систему делят на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую (12 пар черепно-мозговых и 31 пара спинномозговых нервов).
- Нервы – длинные отростки нервных клеток, собранные в пучки. Они бывают чувствительными, двигательными и смешанными. В зависимости от функций различают соматическую и вегетативную (автономную) нервную систему.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие функции выполняет нервная система? 2. Что такое центральная и периферическая нервная система? 3. Что собой представляют нервы? Какие виды нервов вы знаете? 4. Какие функции выполняют разные виды нервов? 5. Что такое серое и белое вещество нервной системы?

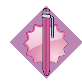
Выберите один правильный ответ

1. Укажите составляющие центральной нервной системы: а) головной мозг и спинной мозг; б) головной мозг и черепно-мозговые нервы; в) спинной мозг и спинномозговые нервы; г) черепно-мозговые и спинномозговые нервы.

2. Укажите составляющие периферической нервной системы: а) головной мозг и спинной мозг; б) головной мозг и черепно-мозговые нервы; в) спинной мозг и спинномозговые нервы; г) черепно-мозговые и спинномозговые нервы.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Охарактеризуйте строение и типы нервов. II группа. Раскройте строение и функции серого и белого вещества головного и спинного мозга.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Нарисуйте схему рефлекторной дуги на примере реакции отдергивания руки от горячего предмета.

§ 36. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните отделы позвоночника человека, строение позвонков. Из чего состоят центральная и периферическая нервная система человека? Какие нейроны называют двигательными, а какие – чувствительными? Что такое безусловные и условные рефлексы, нервный центр? Что такое белое и серое вещество? Что такое рефлекторная дуга? Из каких звеньев она состоит?

Вы уже знаете, что одной из составляющих центральной нервной системы человека является спинной мозг.

Каково строение спинного мозга? **Спинной мозг** расположен в канале позвоночника, образованном дугами позвонков. Он имеет вид длинной трубки. У взрослого человека спинной мозг составляет 41–45 см в длину и приблизительно 1 см в толщину. Его масса всего 30–32 г. Спинной мозг имеет два утолщения: шейное и поясничное. Эти участки отвечают выходу нервов, которые направляются к верхним и нижним конечностям.



Рис. 140. Отделы спинного мозга: 1 – вид сбоку; 2 – срезы через соответствующие отделы

Начинается спинной мозг при основании черепа, где соединяется с продолговатым мозгом (структурой головного мозга), а заканчивается на уровне второго поясничного позвонка отходящим от него пучком нервов. Поэтому он несколько короче позвоночника.

Вы уже знаете, что от спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов. Участок, от которого начинается определенная пара спинномозговых нервов, называют ***сегментом***. В спинном мозге различают сегменты (рис. 140):

- шейные – от них берут начало 8 пар спинномозговых нервов;
- грудные – 12 пар;
- поясничные – 5 пар;
- крестцовые – 5 пар;
- копчиковые – 1 пара спинномозговых нервов.

Изучим строение спинного мозга во время выполнения лабораторного исследования.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Изучение строения спинного мозга человека (по муляжам, моделям, пластинчатым препаратам)

Оборудование и материалы: муляжи, модели, скелет.

Рассмотрите на поперечном срезе спинного мозга белое и серое вещество, спинномозговой канал.

На поперечном срезе спинного мозга можно увидеть белое (расположено снаружи) и серое вещество. Волокна белого вещества соединяют между собой разные участки спинного мозга и формируют проводящие пути, обеспечивая двусторонние связи между ним и головным мозгом.

В центре спинного мозга проходит спинномозговой канал (диаметром до 1 мм), заполненный прозрачной *спинномозговой жидкостью* (рис. 141). Она благодаря постоянному обмену с кровью обеспечивает питание нервной ткани, снабжая ее питательными веществами и выводя продукты обмена. Кроме того, спинномозговая жидкость осуществляет защитную функцию: в ней находятся клетки, уничтожающие возбудителей болезней.

Спинномозговой канал окружает серое вещество, образуя на поперечном срезе контур, напоминающий бабочку или букву «**Н**» (рис. 141). Он имеет выступы – *рога*, делящие белое вещество на участки с проводящими нервными путями (восходящими и нисходящими) (***найдите их на рис. 141***). По восходящим путям нервные импульсы направляются к головному мозгу, а по нисходящим – возбуждение передается от головного мозга к центрам спинного мозга, а от них – к рабочему органу.

В *передних рогах* расположены тела двигательных нейронов, длинные отростки которых достигают скелетных мышц. Эти отростки образуют передние, или *двигательные, корешки* (рис. 141). К задним рогам подходят отростки чувствительных нейронов, которые образуют задние, или *чувствительные, корешки*. По ним поступают нервные импульсы от рецепторов кожи, мышц, суставов, внутренних органов.

Тела чувствительных нейронов расположены за пределами спинного мозга в утолщениях – узлах на задних корешках. В отверстиях между двумя соседними позвонками передние и задние корешки срастаются между собой в смешанные спинномозговые нервы, ответвления которых направляются к разнообразным органам. В сером веществе находятся преимущественно вставочные нейроны, обеспечивающие связи между чувствительными и двигательными.

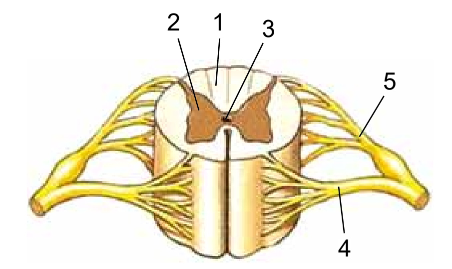


Рис. 141. Строение спинного мозга: 1 – белое вещество; 2 – серое вещество; 3 – спинномозговой канал; 4 – двигательный корешок; 5 – чувствительный корешок

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! В спинном мозге человека насчитывают около 13 млн нейронов, из которых 97 % – вставочные.

Какие оболочки покрывают спинной мозг? Спинной мозг окружают три оболочки: твердая, паутинная и мягкая (рис. 142). *Твердая оболочка* расположена снаружи. Она образована плотной волокнистой соединительной тканью. Глубже находится *паутинная оболочка*, образованная рыхлой

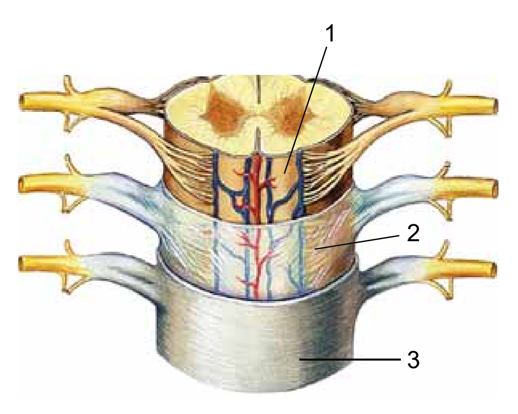


Рис. 142. Оболочки спинного мозга: 1 – мягкая; 2 – паутинная; 3 – твердая

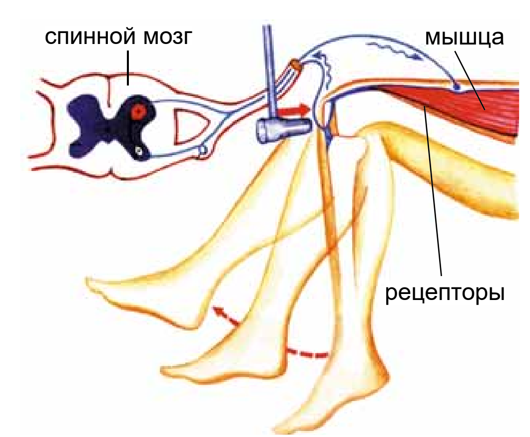


Рис. 143. Коленный рефлекс. ***Задание.*** *Проследите путь передачи возбуждения*

волокнистой соединительной тканью. Непосредственно к веществу мозга прилегает *мягкая (сосудистая) оболочка*. Она также образована волокнистой соединительной тканью, но, в отличие от паутинной оболонки, содержит сеть кровеносных сосудов. Вместе с ними эта оболочка проникает в мозговую ткань. Все три оболочки формируют единый сплошной чехол, окружающий как спинной, так и головной мозг. Между паутинной и сосудистой оболочками имеется пространство, заполненное спинномозговой жидкостью.

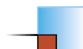
Каковы функции спинного мозга? Спинной мозг выполняет две основные функции – рефлекторную и проводниковую. ***Рефлекторная функция*** заключается в том, что в спинном мозге расположены важные центры безусловных рефлексов. В них замыкается большое количество рефлекторных дуг. Каждый сегмент спинного мозга регулирует деятельность кожи, скелетных мышц (кроме мышц головы) или внутренних органов. Например, центр мочеотделения расположен в крестцовом отделе, центр расширения зрачков – в верхнем грудном сегменте, коленного рефлекса (рис. 143) – в поясничном отделе (этот рефлекс проявляется в поднятии ноги при резком ударе по сухожилию ниже коленной чашечки).

Еще одна функция спинного мозга – ***проводниковая***. Как вы знаете, нервные волокна, образующие белое вещество, соединяют разные отделы спинного мозга между собой и спинной мозг с головным. Нервные импульсы, поступающие в спинной мозг от рецепторов, по *восходящим* проводниковым путям передаются в головной мозг, а из него по *нисходящим* возвращаются в спинной мозг, а оттуда – направляются к рабочим органам.

Нервные волокна, выполняя проводниковую функцию, обеспечивают связь и согласованную работу всех отделов центральной нервной системы.

Таким образом, спинной мозг играет роль двустороннего проводящего пути между головным мозгом и периферической нервной системой, а также руководит простыми рефлекторными действиями (например, отдергивание руки от горячего предмета).

Деятельность спинного мозга находится под контролем головного, который регулирует спинномозговые рефлексы.



Какие бывают нарушения деятельности спинного мозга? Нарушения деятельности спинного мозга чаще всего связаны с травмами. Так, в случае перелома позвоночника нарушаются связи спинного мозга с головным. При этом человек может говорить, поворачивать голову, есть и пить, однако деятельность скелетных мышц и чувствительность участков тела, которые иннервируются сегментами спинного мозга, расположенными ниже места поражения, полностью исчезают. Например, если поврежден спинной мозг в шейном отделе, человек не может осознанно двигать ни руками, ни ногами – наступает ***паралич***. Это отсутствие произвольных движений вследствие поражения двигательных центров центральной нервной системы или двигательных нервных путей центральной, а также периферической нервной системы.

Опасным заболеванием является воспаление оболочек спинного мозга, которое сопровождается значительным повышением температуры тела. Заболевание вызывают микроорганизмы или переохлаждение тела. Оно может привести к потере чувствительности и двигательной активности.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **спинной мозг, спинномозговой канал, вставочные нейроны, рефлекторная и проводниковая функции спинного мозга.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Спинной мозг – часть центральной нервной системы в виде длинной трубки, расположенной в канале позвоночника. От него отходит 31 пара спинномозговых нервов. Участок, с которого начинается каждая пара этих нервов, называют сегментом. Белое вещество спинного мозга находится снаружи, а под ним – серое вещество. В центре проходит спинномозговой канал, заполненный спинномозговой жидкостью. Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково строение спинного мозга? 2. Что такое сегмент спинного мозга? 3. К какому типу относятся спинномозговые нервы? Сколько существует пар спинномозговых нервов? 4. Какие функции выполняет спинной мозг? Как они связаны с его строением? 5. Каковы функции спинномозговой жидкости?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите место расположения тел чувствительных нейронов, связанных со спинным мозгом: а) передние рога серого вещества; б) задние рога серого вещества; в) белое вещество; г) нервные узлы, расположенные за пределами спинного мозга.

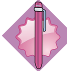
2. Укажите тип нервов, к которым относятся спинномозговые: а) двигательные; б) чувствительные; в) смешанные.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Установите взаимосвязь строения и функций спинного мозга.



ПОДУМАЙТЕ. 1. К чему может привести повреждение поясничного отдела спинного мозга? 2. Чем могут быть вызваны нарушения деятельности спинного мозга? Каковы последствия этого нарушения?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Схематически зарисуйте рефлекторную дугу коленного рефлекса и объясните ее.

§ 37. ГОЛОВНОЙ МОЗГ ЧЕЛОВЕКА: СТВОЛОВАЯ ЧАСТЬ, МОЗЖЕЧОК

Вспомните, что такое серое и белое вещество. Каковы особенности строения головного мозга у представителей разных классов позвоночных животных?

Головной мозг – высший отдел нервной системы человека. Он, как и спинной, является частью центральной нервной системы. Головной мозг находится в мозговом отделе черепа и через большое затылочное отверстие соединен со спинным. Как и спинной мозг, головной снаружи покрыт тремя защитными оболочками (мягкой, паутинной и твердой). От него отходит 12 пар черепно-мозговых нервов. Масса головного мозга новорожденного ребенка в среднем колеблется от 330 до 400 г. Увеличение массы мозга человека продолжается до 20–25 лет. У взрослого человека масса мозга около 1350 г.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Масса головного мозга человекообразных обезьян составляет в среднем: у шимпанзе – 420 г, гориллы – 500 г. У таких великанов, как индийский слон или синий кит, она значительно больше – соответственно 5000 г и 7000 г. Масса головного мозга у разных людей может существенно отличаться, однако это не влияет на их интеллектуальные способности. Например, мозг выдающегося ученого-химика Дмитрия Менделеева весил 1571 г, а поэта Джорджа Байрона – 2238 г.

В головном мозге, как и в спинном, есть белое и серое вещество. Белое вещество образует его проводящие пути, которые связывают разные части головного мозга между собой и со спинным мозгом. Серое вещество образует кору полушарий головного мозга и мозжечка и в виде отдельных скоплений – ядер – находится внутри белого.

Внутри головного мозга имеются четыре полости – ***желудочки***. Они соединяются между собой, с пространством под паутинной оболочкой мозга и с каналом спинного мозга. Желудочки заполнены жидкостью, которая создает относительно постоянное внутричерепное давление, вместе с кровью обеспечивает обмен веществ и осуществляет защитную функцию.

Каковы строение и функции отделов головного мозга? В головном мозге различают стволовую часть, мозжечок и передний мозг. Стволовая часть включает продолговатый мозг, мост и средний мозг (рис. 144).

Продолговатый мозг является продолжением спинного (рис. 144). Это самый древний отдел головного мозга. Продолговатый мозг состоит из белого вещества, в массе которого расположено серое, образующее отдельные ядра. От них берут начало последние четыре пары черепно-мозговых нервов. В продолговатом мозге находятся центры, обеспечивающие регуляцию сердечной деятельности, кровообращения и дыхания. Повреждение продолговатого мозга приводит к остановке дыхания и смерти. Вот почему эту часть мозга еще называют «узел жизни». Продолговатый мозг также регулирует обмен веществ, выделение пищеварительных соков, глотание, сосание. При участии продолговатого мозга осуществляются защитные реакции чихания, кашля, слезоотделения и т. п. и рефлексы, необходимые для поддержания определенной позы. Он проводит импульсы между спинным мозгом и расположенными выше отделами головного мозга.

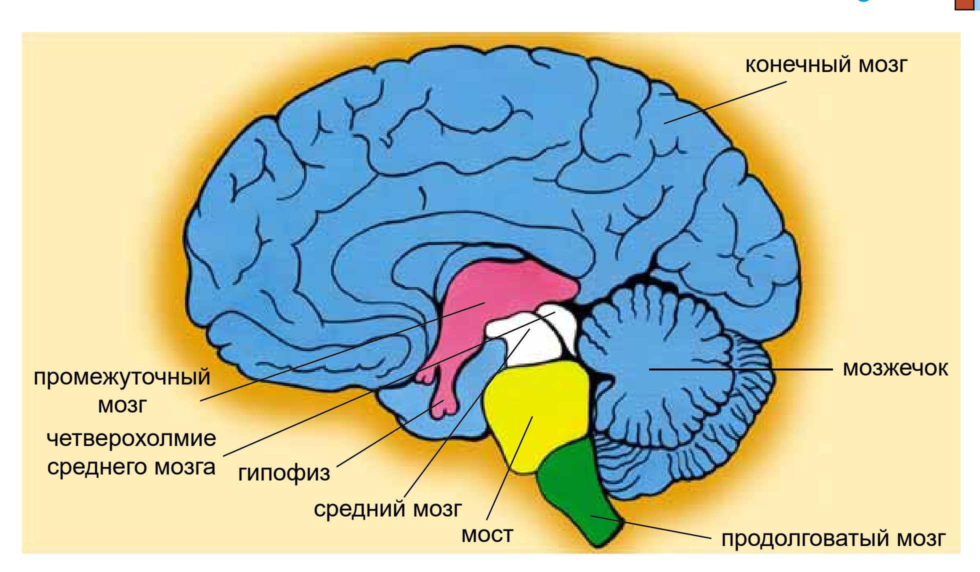


Рис. 144. Составляющие головного мозга. ***Задание***. *Пользуясь рисунком, назовите составляющие ствола головного мозга*

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! В продолговатом мозге, как и в других отделах ствола головного мозга, находится *ретикулярная формация* – диффузное скопление нервных клеток разного вида и размера с длинными и очень разветвленными короткими отростками. Ретикулярная формация тянется от спинного мозга через стволовую часть и дальше – к переднему мозгу, связывая их между собой. Через нее «просеивается» вся информация, которая должна поступить к полушариям конечного мозга. Ретикулярная формация играет важную роль в регуляции возбудимости и тонуса всех отделов центральной нервной системы.

Мост связывает между собой продолговатый и средний мозг (рис. 144). Через него проходят восходящие и нисходящие пути проведения нервных импульсов. По внутреннему строению мост напоминает продолговатый мозг – в белом веществе находятся ядра. От них берут начало с V по VIII пары черепно-мозговых нервов. Здесь находятся центры, контролирующие мимику и жевание, осанку и равновесие. По слуховому нерву в мост поступают импульсы от внутреннего уха. Повреждения в участке моста могут сопровождаться нарушением согласованности сокращений мышц-сгибателей и разгибателей, слуха и равновесия.

Между мостом и промежуточным мозгом расположен ***средний мозг*** (рис. 144). Его верхнюю часть составляет серое вещество, которое образует *четверохолмие*. Два передних холма обеспечивают автоматические ориентировочные реакции (движения глаз, повороты головы) на свет, два задних – на звук. Нижняя часть среднего мозга состоит из белого вещества, в центре которого расположены ядра III и IV пар черепно-мозговых нервов, а также ядра, регулирующие тонус мышц, особенно тех, которые поддерживают позу, противодействуя силе тяжести. Здесь также находятся ядра, регулирующие болевую чувствительность, обеспечивающие защитные сгибательные рефлексы конечностей, глазодвигательные и ориентировочные рефлексы.

Через средний мозг вверх и вниз проходят нервные пути, передающие нервные импульсы от промежуточного к конечному мозгу и наоборот.

Поражения среднего мозга проявляются потерей согласованности движений глаз, раздвоением изображения, невозможностью настроить зрение на виденье удаленных или близко расположенных предметов.

Что такое мозжечок? Каковы его функции? ***Мозжечок*** у зародыша формируется как червеобразный вырост моста, поэтому их объединяют в единый комплекс – **задний мозг.** У взрослого человека мозжечок расположен непосредственно над мостом и продолговатым мозгом. Мозжечок состоит из двух полушарий, соединенных небольшой средней частью – червяком. Поверхность мозжечка покрывает серое вещество, образуя ***кору***. Серое вещество содержится также в толще белого вещества мозжечка в виде ядер. Поверхность мозжечка имеет узкие извилины, разделенные многочисленными бороздами (рис. 144).

Основные функции мозжечка – координация движений, определение их точности, плавности, сохранение равновесия тела, поддержания тонуса (постоянного частичного сокращения) мышц. При повреждении мозжечка движения человека становятся неточными, неловкими, нарушается равновесие тела. Мозжечок связан проводящими путями со спинным, продолговатым и средним мозгом, а также – с корой полушарий конечного мозга.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **головной мозг, стволовая часть головного мозга, продолговатый мозг, мост, средний мозг, мозжечок.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Головной мозг расположен в полости черепа и окружен тремя защитными оболочками. От него отходит 12 пар черепно-мозговых нервов. В головном мозге выделяют стволовую часть, мозжечок и передний мозг. К стволу головного мозга относятся: продолговатый мозг, мост и средний мозг. В разных участках стволовой части головного мозга сосредоточены центры жизненно важных рефлексов: дыхания, пищеварения, обмена веществ, глотания, кровообращения и т. п. Через него проходят важные проводящие пути (восходящие и нисходящие), по которым нервные импульсы направляются от спинного мозга в кору полушарий конечного мозга и наоборот. С мостом связан мозжечок, вместе они формируют задний мозг. Основные функции мозжечка – координация движений, определение их точности, сохранение равновесия тела, поддержание тонуса мышц.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

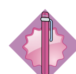
1. Какие различают части головного мозга? 2. Каковы функции разных частей ствола головного мозга? 3. Каковы строение и функции мозжечка? 4. К каким последствиям могут приводить повреждения стволовой части головного мозга?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите перечень составляющих ствола спинного мозга: а) продолговатый мозг, мозжечок, мост; б) промежуточный мозг, мост, мозжечок; в) продолговатый мозг, мост, средний мозг; г) промежуточный мозг, мозжечок, средний мозг.
2. Укажите составляющую ствола головного мозга, в которой сосредоточены жизненно важны нервные центры дыхания и контроля сердечно-сосудистой системы: а) конечный мозг; б) промежуточный мозг; в) продолговатый мозг; г) средний мозг.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте функции всех составляющих ствола головного мозга.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните строение головного мозга человека и представителей разных классов позвоночных животных.

§ 38. ГОЛОВНОЙ МОЗГ ЧЕЛОВЕКА: ПЕРЕДНИЙ МОЗГ

Вспомните, из каких частей состоит ствол головного мозга человека. Что собой представляют ядра головного мозга? Что такое гомеостаз?

Стволовая часть головного мозга спереди сообщается с передним. В его состав входят промежуточный и конечный мозг.

Каковы строение и функции промежуточного мозга? Основные составляющие **промежуточного мозга** – таламус и гипоталамус (рис. 145). К этой части головного мозга подходят нервные волокна II пары черепно-мозговых нервов (зрительных).

Таламус – участок головного мозга, который представляет собой скопление серого вещества в виде ядер. Он охватывает основную часть промежуточного мозга. Таламус отвечает за перераспределение информации. Эта информация от разных органов чувств (за исключением рецепторов обоняния) по восходящим путям поступает в ядра таламуса и дальше – в кору больших полушарий конечного мозга. Таламус является центром болевой чувствительности обучения. В нем замыкаются условные рефлексы.

Здоровье человека. Таламус играет важную роль в осуществлении процессов запоминания. Его повреждение может привести к непроизвольному дрожанию конечностей в состоянии покоя, частичной потере памяти, нарушению речевой функции и сознания, а следовательно, способности к обучению.

Гипоталамус (подхолмовый участок) связан с корой больших полушарий, зрительными холмами таламуса, мозжечком и т. п. В нем находятся нервные центры, регулирующие все процессы жизнедеятельности: обмен веществ, деятельность сердечно-сосудистой системы, желез внутренней секреции, пищеварительного тракта, температуру тела и т. п. С гипоталамусом связаны состояния сна, бодрствования, эмоции и т. п. В ядрах гипоталамуса также имеются нервные клетки, выделяющие биологически активные вещества, действие которых подобно гормонам. Их называют ***нейрогормонами***. В едином комплексе с эндокринной железой – *гипофизом* – гипоталамус контролирует деятельность всей эндокринной системы – системы желез внутренней секреции (подробнее об этом в § 54).

Ядра гипоталамуса, получая информацию от рецепторов внутренней среды, определяют характер и степень нарушения гомеостаза и с помощью нервных и гуморальных механизмов эффективно влияют на его восстановление.

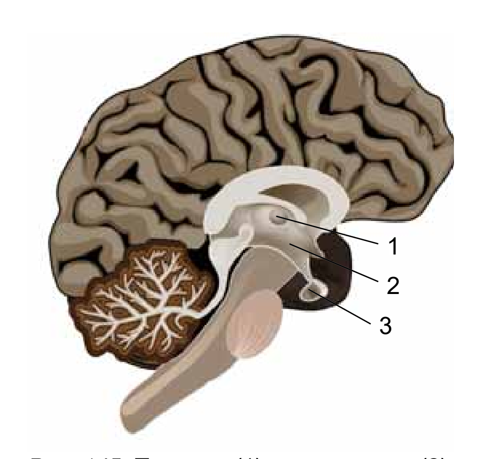


Рис. 145. Таламус (1), гипоталамус (2), гипофиз (3)

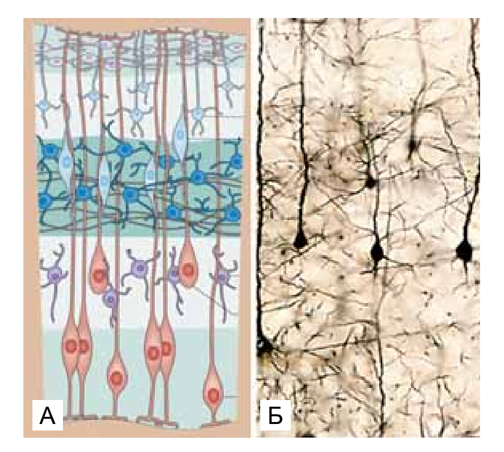


Рис. 146. А. Схема нейронного строения коры конечного мозга. Б. Фото нейронов коры

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! В гипоталамусе находятся центры голода, насыщения и жажды, центры удовольствия и агрессивного поведения.

Каковы строение и функции конечного (большого) мозга? **Конечный**, или **большой, мозг** состоит из правого и левого полушарий, разделенных продольной щелью. В глубине этой щели полушария соединены между собой с помощью системы поперечных нервных волокон, образующих *мозолистое тело*. Оно осуществляет обмен нервными импульсами между полушариями, обеспечивая их согласованную деятельность. У человека большие полушария составляют приблизительно 80 % массы головного мозга. Поверхность полушарий покрыта серым веществом. Оно образует **кору**, под которой находится белое вещество. В белом веществе расположены отдельные ядра. К конечному мозгу подходят нервные волокна первой пары черепно-мозговых нервов (обонятельные).

Кора в разных участках имеет толщину от 1,2 до 4,5 мм. Подсчитано, что в ней содержится около 10^9–10^{11} нервных клеток, собранных в слои (рис. 146).

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Микроскопическое строение коры полушарий головного мозга исследовал Владимир Алексеевич Бец (рис. 147), который в 1860 году закончил Киевский университет Св. Владимира (сейчас это Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко). Он первый (1873) описал двигательную зону коры головного мозга и открыл (1874) в ней гигантские клетки пирамидальной формы (клетки Беца).

Площадь поверхности коры составляет приблизительно 220 000 мм^2. Она собрана в складки, образованные расположенными в разных направлениях углублениями, – *бороздами* и возвышениями – *извилинами* (см. рис. 148). Три самые глубокие борозды полушарий: боковая, центральная и затылочно-теменная делят полушария головного мозга на четыре основные доли: лобную, теменную, височную и затылочную (*найдите их на рисунке 148*).


Рис. 147. В.А. Бец (1834–1894) – украинский анатом и гистолог

К определенным участкам коры больших полушарий поступает информация от разных рецепторов. Каждый такой участок – нервный центр – выполняет свои функции. *Вспомните*: ***нервный центр*** – это совокупность тел и коротких отростков нервных клеток, способных обрабатывать полученную информацию и принимать решение относительно действий в ответ. Эти процессы происходят в определенных участках коры – ***зонах***.

Кора представляет собой совокупность определенных зон, между которыми нет четких границ. Таких зон, разных по строению и функциям, различают в коре от 50 до 200. При этом следует помнить, что за осуществление определенных сложных функций могут отвечать несколько зон коры (рис. 149). Например, в теменной доле позади центральной борозды находится *зона кожной* и *суставной чувствительности*. Впереди от центральной борозды расположена *двигательная зона*. В височной доле находится *слуховая зона*, в затылочной – *зрительная*. *Вкусовая зона* находится вблизи боковой борозды. *Речевая зона* расположена в нескольких участках разных долей полушарий.

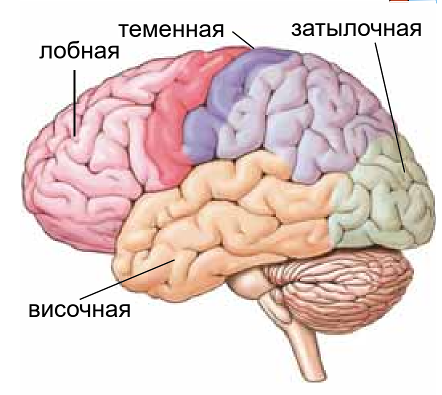


Рис. 148. Доли полушарий головного мозга

По своим функциям зоны коры делят на три группы: чувствительные, двигательные и ассоциативные. *Чувствительные зоны* воспринимают сигналы от определенных рецепторов. Например, зрительные чувствительные зоны – от рецепторов сетчатки глаза, а слуховая – от рецепторов уха. В *двигательных зонах* в ответ на поступление импульса возникают сигналы, определяющие движения разных частей тела и организма в целом. *Ассоциативные зоны* воспринимают импульсы от разных рецепторов, а также от чувствительных и двигательных зон коры, обеспечивая их функциональные связи. С этими зонами коры более всего связаны высшие психические функции, в частности речи и ее понимания.

ЗАПОМНИТЕ! Кора больших полушарий играет решающую роль в определении поведения человека, восприятии окружающего мира, организации произвольных движений, в процессах обучения, памяти, сознания и мышления. Таким образом, кора больших полушарий – ***носитель человеческого интеллекта***.

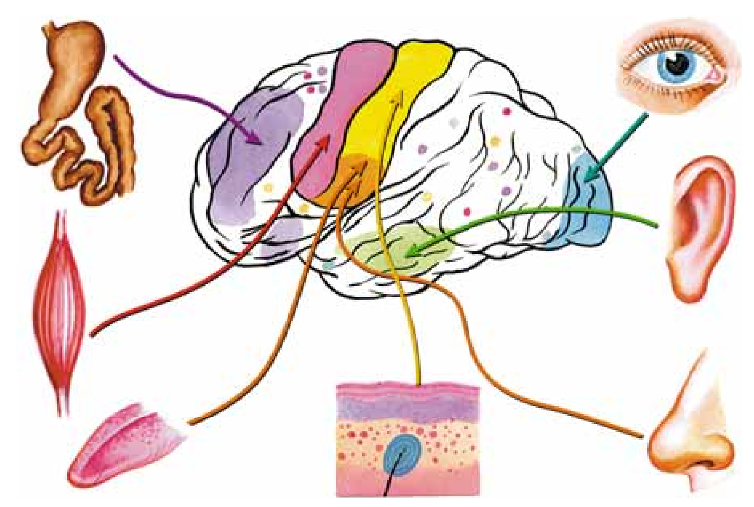


Рис. 149. Расположение некоторых нервных зон в коре конечного мозга. ***Задание.*** *Назовите части полушарий головного мозга, в которых они расположены*

В полушариях под серым веществом (корой) расположено белое. Оно является скоплением покрытых жироподобной оболочкой нервных волокон. Эти нервные волокна соединяют между собой разные зоны коры, а разные зоны коры – с расположенными ниже участками ствола головного мозга и спинного мозга. Скопление серого вещества в белом веществе полушарий – это ядра, которые в совокупности образуют ***подкорку***. Здесь находятся подкорковые центры нервной деятельности.

Закрепим знания о строении головного мозга, выполнив лабораторное исследование.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Изучение строения головного мозга (по муляжам, моделям, пластинчатым препаратам)

Оборудование и материалы: разборные модели головного мозга человека, муляжи.

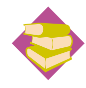
1. Разделите модель головного мозга на две половины. Найдите мозолистое тело.
2. На одной из половин модели найдите ствол головного мозга и его составляющие: продолговатый мозг, мост и средний мозг.
3. Найдите на модели мозжечок. Рассмотрите в нем расположение серого и белого вещества.
4. На модели полушарий конечного мозга найдите борозды, извилины, а также доли полушарий конечного мозга.
5. Снизу модели головного мозга найдите места, от которых отходят черепно-мозговые нервы.

✿ ***Ключевые термины и понятия***: **промежуточный мозг, таламус, гипоталамус, конечный (большой) мозг, полушария головного мозга, зоны коры полушарий.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Передний мозг состоит из промежуточного и конечного (большого). Основными структурами промежуточного мозга являются таламус и гипоталамус. Конечный мозг – наиболее развитый отдел головного мозга у человека. Он состоит из правого и левого полушарий, соединенных с помощью мозолистого тела. Поверхность полушарий укрыта серым веществом, которое образует кору. Под корой находится белое вещество, в котором есть ядра, вместе образующие подкорку.
- Кора покрыта извилинами, которые разделены бороздами. Самые глубокие борозды делят кору на доли. В них расположены чувствительные, двигательные и ассоциативные зоны.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

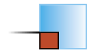
Ответьте на вопросы

1. Каковы строение и функции промежуточного мозга? 2. Где в конечном мозге расположено серое и белое вещество? 3. Каково строение больших полушарий головного мозга? 4. Каково строение коры больших полушарий? 5. Что такое зоны коры больших полушарий? Каковы их функции?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите долю полушарий конечного мозга, в которой находится слуховой центр: а) лобная; б) затылочная; в) височная; г) теменная.

2. Укажите часть центральной нервной системы, от которой зависит сложность психической деятельности человека: а) таламус; б) гипоталамус; в) спинной мозг; г) полушария конечного мозга.



3. Какое значение имеют борозды и извилины коры полушарий конечного мозга человека: а) защищают структуры головного мозга от травм; б) увеличивают площадь коры головного мозга; в) улучшают газообмен головного мозга; г) улучшают кровоснабжение головного мозга.


ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Раскройте особенности строения промежуточного мозга и его значение. II группа. Раскройте особенности строения конечного мозга и его значение.

§ 39. СОМАТИЧЕСКАЯ И ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Вспомните особенности строения нервной и опорно-двигательной систем. Что такое двигательные, чувствительные и вставные нейроны, нервные центры? Какие нервы относятся к спинномозговым?

Каковы функции соматической нервной системы? Вы уже знаете, что в зависимости от выполняемых функций нервную систему делят на соматическую и вегетативную (или автономную). Соматическая нервная система охватывает отделы центральной и периферической нервной системы, иннервирующие опорно-двигательный аппарат и обеспечивающие чувствительность нашего тела (осязательную, болевую, температурную и т. д).

ЗАПОМНИТЕ! Соматическая нервная система выполняет следующие функции: собирает информацию от органов чувств и направляет ее к центральной нервной системе; передает нервные импульсы от центральной нервной системы к скелетным мышцам, руководя разнообразными движениями нашего тела.

Вспомните: выполнение человеком разнообразных движений связано с работой двигательных нейронов. Эти нервные клетки с длинным аксоном передают сигналы из центральной нервной системы в рабочие органы, в частности в скелетные мышцы. Двигательные нейроны находятся в разных участках центральной нервной системы: тела одних содержатся в головном мозге (например, в двигательной зоне коры больших полушарий и ядрах ствола головного мозга). Тела других – в передних рогах спинного мозга, их аксоны соответственно входят в состав спинномозговых нервов.

Существует два вида двигательных функций: поддержание позы и собственно движение. В естественных условиях отделить их друг от друга невозможно. Так, в осуществлении целенаправленных движений руки или ноги участвуют не только рука или нога, но и все туловище. Именно туловище сначала должно приобрести определенное положение (позу). С другой стороны, для поддержания позы нужно, чтобы в ответ на любые влияния, нарушающие эту позу, происходили соответствующие компенсаторные движения.

Как регулируются движения? Все движения (непроизвольные и произвольные), осуществляемые организмом для удовлетворения своих потребностей, регулируют структуры центральной нервной системы. В регуляции простых рефлексов поддержания позы или отдельных движений принимают участие соответствующие структуры, расположенные в спинном мозге. Сложные движения обеспечивают высшие двигательные центры, расположенные в мозжечке, среднем мозге, подкорковых ядрах и коре больших полушарий конечного мозга. Каждый из этих центров регулирует соответствующие движения.

Вы уже знаете, что мост, мозжечок и средний мозг регулируют напряжение (тонус) скелетных мышц, преимущественно тех, которые противодействуют силе гравитации (разгибатели ног, мышцы спины), а мозжечок играет важную роль в регулировании равновесия тела, координации движений и т. п.

ЗАПОМНИТЕ! Нервная регуляция двигательной активности обеспечивается почти всеми отделами центральной нервной системы: от спинномозговых до двигательных зон коры конечного мозга. Например, вы ежедневно берете в руки ручку и записываете определенный текст. При этом вы выполняете ряд сложных произвольных движений. *Проанализируйте схему, изображенную на рисунке 150*.

Программы произвольных движений заложены в ассоциативных зонах коры и подкорковых ядрах. Одни программы врожденные, другие – приобретенные. Сначала чувствительные нейроны передают сигнал о состоянии опорно-двигательной системы от рецепторов мышц, сухожилий, суставов, кожи, зрения, слуха и равновесия через таламус (как вы помните, это часть промежуточного мозга) к двигательной зоне коры головного мозга. Дальше двигательный нейрон от коры полушарий посылает сигнал на двигательные нейроны спинного мозга, а те, в свою очередь, влияют на мышцу, результатом чего является движение.

Если человек с рождения находится в постоянном движении (много ходит и т. п.), это является залогом его здоровья. Головной мозг человека способен все фиксировать, в частности и потребность в выполнении разных физических упражнений. Поэтому пытайтесь заложить в мозг информацию о регулярном выполнении физических упражнений, которые станут потребностью. Если в подростковый период уменьшается подвижность, со временем это станет одной из причин разных заболеваний.



Рис. 150. Схема регуляции произвольных движений человека



Каковы функции вегетативной нервной системы? К вегетативной (автономной) нервной системе относятся все отделы, регулирующие деятельность внутренних органов, неисчерченных мышц сосудов, кишечника, разных желез, а также сердца. Таким образом, она регулирует процессы обмена веществ нашего организма.

ЗАПОМНИТЕ! Основной функцией вегетативной (автономной) нервной системы является поддержание гомеостаза – динамического постоянства внутренней среды организма. Ее деятельность не подчинена сознанию, хотя и регулируется со стороны спинного и головного мозга. Благодаря этому жизненно важные органы (сердце, кровеносные сосуды, желудок, легкие и др.) не прекращают выполнять свои функции даже тогда, когда человек теряет сознание.

Как происходит нервная регуляция работы внутренних органов? Вегетативная нервная система состоит из нервных центров, расположенных в головном и спинном мозге, а также нервов, которые отходят от центральной части нервной системы, их переплетений и нервных узлов. По особенностям строения и функций вегетативную нервную систему делят на *симпатическую* и *парасимпатическую*. Импульсы от них обычно противоположно влияют на работу определенного органа. Так, если симпатическая нервная система стимулирует деятельность сердца, то парасимпатическая, напротив, тормозит. Секреция желудочного сока стимулируется под воздействием нервных импульсов, поступающих от парасимпатической части, а симпатическая часть, напротив, этот процесс замедляет (рис. 151).

ЗАПОМНИТЕ! Особенность иннервации, которую обеспечивают симпатическая и парасимпатическая вегетативная (автономная) нервная система, заключается в том, что она осуществляется при участии двух нейронов. Тело одного из них – *первого* – входит в состав нервных центров центральной нервной системы, тело *второго* расположено за ее пределами.

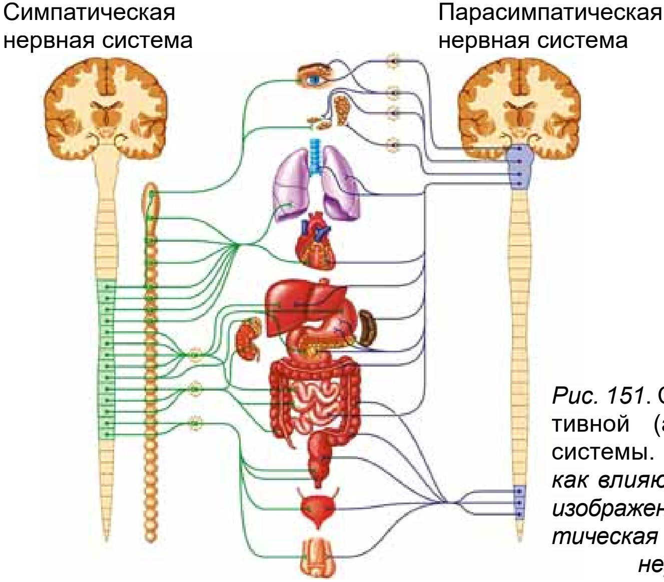


Рис. 151. Схема строения вегетативной (автономной) нервной системы. ***Задание***. *Укажите, как влияют на работу органов изображенные на рисунке симпатическая и парасимпатическая нервная система*

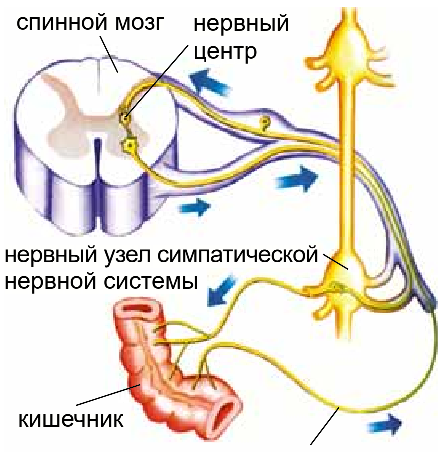


Рис. 152. Схема регуляции внутренних органов (на примере кишечника). ***Задание***. *Объясните путь регуляции работы кишечника*

Центры симпатической нервной системы расположены в боковых рогах серого вещества шейного, грудного и поясничного отделов спинного мозга (рис. 152). Там находятся тела нейронов, от которых отходят отростки. Эти отростки направляются к нервным узлам двух симпатических стволов, которые тянутся по обе стороны позвоночника: от основания черепа к крестцу. Там расположены тела вторых нейронов. Таким образом, тела вторых нейронов симпатических нервных узлов автономной нервной системы удалены от органов, которые они иннервируют. Поэтому такие нейроны обычно имеют очень длинные отростки (рис. 152).

Центры парасимпатической нервной системы расположены в нервных центрах стволовой части головного мозга и в крестцовом отделе спинного. В этих нервных центрах находятся тела первых нейронов. От них отходит несколько пар длинных нервов, которые направляются к парасимпатическим нервным узлам, где имеются тела вторых нейронов. В отличие от симпатических нервных узлов, парасимпатические расположены поблизости или в толще органов, которые они иннервируют.

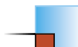
Симпатическая и парасимпатическая вегетативная нервная система взаимодействуют между собой. Общий контроль функций вегетативной системы осуществляет кора больших полушарий головного мозга (лобная доля) и определенные подкорковые структуры. Следовательно, вегетативная нервная система обеспечивает целостное реагирование организма на изменения, происходящие в окружающей среде и внутренней среде самого организма.

Большинство органов иннервируется как симпатической, так и парасимпатической нервной системой, действующими на органы противоположно (*см. таблицу 11*).

Таблица 11

Влияние симпатической и парасимпатической автономной нервной системы на деятельность некоторых органов

Органы и функции	Автономная нервная система	
	симпатическая	парасимпатическая
Сердце	Ускоряет и усиливает его сокращение	Замедляет его сокращения
Кровеносные сосуды	Сужает	Расширяет (в определенных органах)
Кровяное давление	Повышает	Снижает
Дыхание	Ускоряет	Замедляет
Зрачки глаз	Расширяет	Сужает



Продолжение таблицы 11

Органы и функции	Автономная нервная система	
	симпатическая	**парасимпатическая**
Железы: слюнные, пищеварительные желудка и кишечника	Уменьшает выделение слюны и пищеварительного сока	Увеличивает выделение слюны и пищеварительного сока
Двигательная активность желудка и кишечника	Замедляет	Усиливает
Кожа	Усиливает потоотделение	Не действует

Симпатическая автономная нервная система усиливает деятельность организма в условиях, когда необходима мобилизация физических, умственных и эмоциональных усилий, а парасимпатическая – обеспечивает восстановление ресурсов, потраченных во время работы.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **соматическая и вегетативная (автономная) нервная система, симпатическая и парасимпатическая вегетативная нервная система.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Двигательная активность человека регулируется разными отделами соматической нервной системы: от спинного мозга к коре больших полушарий головного мозга. Произвольные движения обеспечивает кора больших полушарий. Вегетативную (автономную) нервную систему делят на симпатическую и парасимпатическую, которые противоположно действуют на работу определенного органа. Автономная нервная система обеспечивает регуляцию деятельности всех внутренних органов человека. Ее деятельность не зависит от сознания человека.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое соматическая нервная система? 2. Какие нейроны называют двигательными? 3. Какова роль коры больших полушарий в регуляции двигательной активности человека? 4. Какую функцию выполняет вегетативная (автономная) нервная система? Из каких отделов она состоит? 5. Какие особенности функционирования автономной нервной системы?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите структуры нервной системы, отвечающие за регуляцию координации движений: а) продолговатый мозг; б) мост; в) средний мозг; г) мозжечок.
2. Укажите сегменты спинного мозга, в которых находится центральная часть симпатического отдела автономной нервной системы: а) шейные и грудные; б) только шейные; в) грудные и поясничные; г) поясничные и крестцовые.
3. Укажите составляющие головного мозга и сегменты спинного мозга, в которых находится центральная часть парасимпатического отдела автономной нервной системы: а) передний мозг; б) только ствол головного мозга; в) ствол головного мозга и крестцовые сегменты спинного мозга; г) грудные и поясничные сегменты спинного мозга.
4. Укажите нейроны автономной нервной системы, тела которых входят в состав центральной нервной системы: а) только первые; б) только вторые; в) как первые, так и вторые; г) тела нейронов автономной нервной системы в состав центральной нервной системы не входят.

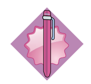


Рис. 153. Результаты спортивной ходьбы с палками

Рис. 154. Органы, которые иннервирует симпатическая нервная система



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Раскройте особенности строения и функционирования соматической нервной системы. II группа. Опишите регуляцию движений человека на конкретном примере. III группа. Опишите влияние автономной нервной системы на деятельность конкретного органа.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. На рисунке 153 указано влияние спортивной ходьбы с палками на организм человека. Этот вид физической активности распространен у народов Скандинавских стран (финов, шведов и других). Исторически она происходит от пастухов и паломников, которые использовали палки при ходьбе. Назовите результаты ходьбы с палками. Почему человек достигает таких результатов?
2. Пользуясь рисунком 154, назовите органы, которые иннервирует симпатическая автономная нервная система.

§ 40. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Вспомните, что такое кора. Что такое инсульт, паралич?

Какие бывают нарушения деятельности нервной системы человека? Причины нарушений деятельности нервной системы могут быть разными: механические травмы и электрическое поражение центральных и периферических структур нервной системы (повреждение спинного мозга, сотрясение головного мозга, поражение нервов), перегрев и переохлаждение организма (воспаление нервов, оболочек спинного и головного мозга), инфекционные заболевания, вызванные вирусами, бактериями и т. п. (энцефалит, менингит), действие разных ядов. Их могут вызывать и нарушение нормального функционирования организма: ухудшение или прекращение кровоснабжения определенного участка нервной системы, голодание, недостаток витаминов, особенно группы В. Нарушение согласованности между симпатической и парасимпатической нервной системой может привести к головокружениям.

Здоровье человека. Недостаток кислорода тоже пагубно влияет на функционирование нервной системы, что проявляется гибелью нейронов, нарушением связей между ними и замедлениями рефлексов. Прогулки, игры и занятия спортом на свежем воздухе необходимы для отдыха нервной системы при умственных и эмоциональных нагрузках.

Очень негативно влияют на нервную систему употребление алкоголя, наркотиков, курение. Алкоголь, разрушая мембраны нейронов, приводит к гибели части нервных клеток, в частности коры головного мозга и мозжечка, нарушает проведение нервного импульса по нервам, передачу нервных импульсов от нервов к мышцам. В итоге ухудшается координация движений, появляется дрожание мышц, наступает умственная неполноценность.

Никотин в составе табачного дыма вызывает спазмы сосудов головного и спинного мозга, нарушая кровоснабжение этих структур.

Наркотики, оказывая возбуждающее или снотворное действие, очень быстро истощают нервную систему и организм в целом, вызывают физические и психические расстройства, нарушения обонятельной, вкусовой, зрительной и других видов чувствительности.

Самыми распространенными нарушениями деятельности нервной системы являются **неврозы**. Они характеризуются навязчивыми, истерическими расстройствами психики, а также временным снижением умственной и физической работоспособности. Вызывают неврозы длительные сильные негативные эмоции, связанные с трудностями в учебе, проблемами в семье. По своему проявлению неврозы делят на неврастению, истерию и психастению.

Неврастения развивается в результате переутомления, недоедания, отравления наркотиками, хронических инфекций и т. п. Это заболевание обычно связано с перенапряжением процессов торможения, то есть способности сдерживаться, владеть собой. Поэтому для неврастеников характерна повышенная раздражительность и возбудимость, вспыльчивость, суетливость. Они быстрее устают во время выполнения работы, особенно умственной. У них часто бывают апатия, головная боль, головокружение, расстройства сна. У больного резко выражены вегетативные реакции: он то краснеет, то становится бледным, конечности холодеют, появляются ощущения зуда кожи и т. п.

Истерия характеризуется преобладанием эмоций над разумом (подкорковой деятельности над деятельностью коры больших полушарий). Поэтому у истериков неадекватная реакция на внешние раздражители. Типичным проявлением этого заболевания является истерический приступ, который возникает как реакция даже на незначительную неприятность. Во время приступа больной плачет или смеется, может даже упасть. Настроение у таких людей неустойчиво. Слабость нервных процессов вызывает повышенную способность к внушению и самовнушению.

Психастения, или ***невроз навязчивых состояний,*** проявляется нерешительностью, неуверенностью в своих силах. Это состояние во многом противоположно истерии. Характеризуется сильным преобладанием коры конечного мозга над эмоциональными центрами. У таких людей обедненные эмоции и увлечения, образное мышление, постоянное ощущение

неполноценности жизни, склонность к сомнениям, нерешительность в действиях, неуверенность в себе. Им трудно принимать любое решение, они бесконечно анализируют свои поступки. В сознании больного человека возникают назойливые воспоминания, страхи, бывают и навязчивые действия. Возникают постоянные сомнения относительно правильности поступков, страх одиночества, темноты, катастроф. Такое состояние в легкой форме может возникнуть и у здорового человека при переутомлении.

Стойкие неврозы могут впоследствии перерасти в **психозы**, связанные с повреждением структур центральной нервной системы. Они часто сопровождаются бредом, галлюцинациями и т. п. При этом психические реакции больного человека не отвечают реальной ситуации.

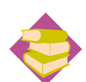
Какие существуют меры профилактики заболеваний нервной системы? Вы уже знаете, что любую болезнь легче предупредить, чем потом лечить. Поэтому знание симптомов и последствий болезни является основным способом профилактики. Часто для восстановления функционального состояния нервной системы и организма достаточно увеличить время активного отдыха, изменить условия, устранить причины возникновения этих состояний. Самыми эффективными и надежными способами снять психологическое напряжение, которое часто возникает у подростков, является увлечение творчеством, музыкой, туризмом, физической культурой и спортом. Важно, чтобы жизнь была заполнена нужной и интересной деятельностью, которая бы обеспечивала нормальную жизнь и приносила духовное удовольствие.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **невραстения, истерия, психастения, неврозы, психозы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Самыми распространенными нарушениями деятельности нервной системы, особенно у детей, являются неврозы. Причиной возникновения неврозов у человека может быть перенапряжение функций нервных клеток коры головного мозга. Основные факторы, вызывающие неврозы, – продолжительные, сильные негативные эмоции, связанные с трудностями в учебе, воспитанием в семье. По своему проявлению неврозы делят на: неврастению, невроз навязчивых состояний, истерию.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

Какие функциональные нарушения нервной системы вы знаете? Как они влияют на здоровье человека? Какие меры их профилактики вам известны?

Выберите один правильный ответ

Укажите один из видов невроза, который основан на преобладании эмоций над разумом (подкорковой деятельности над корой конечного (большого) мозга): а) неврастения; б) истерия; в) психастения.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Предложите профилактические меры относительно предотвращения неврозов.



ПОДУМАЙТЕ. Какие меры нужно предпринять, если у ребенка приступ истерики?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте свой распорядок дня на неделю.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите, чем образована кора больших полушарий: а) телами нейронов и их короткими отростками; б) короткими отростками нейронов; в) длинными отростками нейронов; г) длинными и короткими отростками нейронов.

2. Укажите вещество, из которого образована подкорка полушарий головного мозга: а) только из белого вещества; б) только из серого вещества; в) скопления серого вещества в белом; г) скопления белого вещества в сером.

3. Укажите составляющие центральной нервной системы: а) головной мозг, спинномозговые нервы; б) спинной мозг, черепно-мозговые нервы; в) головной мозг, спинной мозг; г) спинной мозг, спинномозговые нервы.

4. Выберите ряд составляющих переднего мозга: а) продолговатый мозг, промежуточный мозг; б) продолговатый мозг, средний мозг; в) продолговатый мозг, мозжечок; г) промежуточный мозг, конечный мозг.

5. Укажите нервные центры, расположенные в височной доле конечного мозга: а) зрения; б) слуха; в) движения; г) обоняния.

6. Укажите нервные центры, расположенные в затылочной доле головного мозга: а) слуха; б) движения; в) зрения; г) обоняния.

7. Укажите участок головного мозга, в котором находится центр координации движений: а) продолговатый мозг; б) мост; в) промежуточный мозг; г) мозжечок.

8. Выберите составляющие периферической нервной системы: а) ствол головного мозга; б) передний мозг; в) спинной мозг; в) черепно-мозговые нервы.

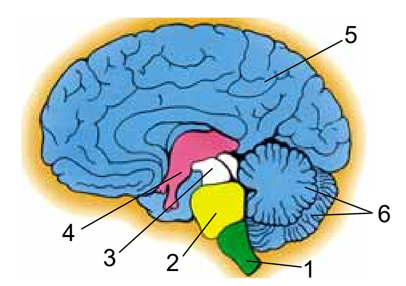
9. Укажите составляющую головного мозга, в которой находится гипоталамус: а) продолговатый мозг; б) мост; в) средний мозг; г) промежуточный мозг.

10. Укажите отличия между строением и функциями симпатической и парасимпатической вегетативной (автономной) нервной системы человека: а) расположение их центров; б) симпатические нервные узлы состоят из белого вещества, а парасимпатические – из серого; в) парасимпатические нервные узлы состоят из белого вещества, а симпатические – из серого; г) в отличие от парасимпатических, тела вторых симпатических нейронов находятся непосредственно возле или внутри органов, которые они иннервируют.

Образуйте логические пары

11. Установите соответствие между составляющими головного мозга (цифры на рисунке) и их названиями.

А конечный мозг
Б промежуточный мозг
В продолговатый мозг
Г мост
Д средний мозг



12. Еще в древние времена анатомы называли продолговатый мозг «жизненным узлом». Аргументированно подтвердите или опровергните эту точку зрения.



Тема 8

СВЯЗЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Человека окружает удивительный мир, богатый красками, звуками, запахами. Как человек воспринимает их и получает полную картину окружающей действительности?

§ 41. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое рецепторы. Какие нервы называют чувствительными, а какие – двигательными? Где расположены нервные центры в коре конечного мозга?

Что такое сенсорные системы и как они работают? Наш мозг непрерывно получает информацию обо всех изменениях окружающей среды, а также о состоянии внутренней среды организма. Обеспечивают восприятие, передачу и анализ этой информации сенсорные системы. Их также называют *анализаторами*.

Сенсорная система – это совокупность органов чувств с рецепторами и структур центральной и периферической нервной системы, которые воспринимают и анализируют разные раздражители внешней и внутренней среды. В сенсорной системе различают три отдела: периферический, проводниковый и центральный (рис. 155).

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ (рецепторы)
↓
ПРОВОДНИКОВЫЙ ОТДЕЛ (нервы)
↓
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ (кора и подкорковый центры)

Рис. 155. Схема общей структуры сенсорных систем

Периферический отдел состоит из рецепторов, воспринимающих определенный вид раздражения. Эти рецепторы входят в состав соответствующего органа чувств или расположены в тканях. ***Проводниковый отдел*** образуют чувствительные нервы, которые отходят от рецепторов, и ядра ствола мозга. По ним нервные импульсы передаются в центральный отдел сенсорной системы. ***Центральный отдел*** – это определенные участки центральной нервной системы (коры и подкорковых центров головного мозга), где анализируются раздражения и формируются ощущения. В этом отделе также формируются ответы на раздражения, поступившие от рецепторов.

ЗАПОМНИТЕ! Сенсорные системы обеспечивают приспособительные реакции организма в ответ на действие раздражителей внешней и внутренней среды.

Какие существуют типы рецепторов? Как вы помните, ***рецепторы*** – особые чувствительные образования, которые воспринимают раздражители внешней и внутренней среды и превращают их в нервные импульсы. Рецепторами могут быть нервные окончания в тканях или специализированные клетки, входящие в состав разных органов чувств. Каждый вид рецепторов воспринимает только один тип раздражителей. Различают следующие рецепторы:

- *механорецепторы* – воспринимают разные механические раздражители внешней и внутренней среды; входят в состав органов слуха, равновесия, кожи, опорно-двигательного аппарата, внутренних органов и т. п.;
- *хеморецепторы* – воспринимают влияние разных химических соединений; к ним относятся рецепторы вкуса, обоняния, а также расположенные в тканях и стенках кровеносных и лимфатических сосудов и т. п.;
- *фоторецепторы* – воспринимают действие световых лучей; входят в состав органа зрения;
- *терморецепторы* – воспринимают изменения температуры внешней и внутренней среды; находятся в коже и внутренних органах;
- рецепторы, отвечающие за болевые ощущения (*ноцицепторы*), позволяют своевременно воспринимать нарушения в работе внутренних органов или определенные опасные влияния факторов внешней среды.

Как функционируют рецепторы? Совокупность рецепторов, связанных с определенным нейроном центральной нервной системы, образуют *рецепторное поле*. Для того чтобы рецепторы восприняли раздражитель, нужно, чтобы он подействовал на них с определенной силой. Например, орган слуха человека может воспринимать звуковые волны с частотой не меньше 16 и не более 20 000 колебаний в секунду.

ЗАПОМНИТЕ! Физиологическая роль рецепторов заключается в том, что они превращают одни формы энергии раздражителей: физическую (механическую, тепловую и др.) или химическую в электрическую энергию нервных импульсов. Дальше эти импульсы передаются по чувствительным нейронам в определенные зоны коры больших полушарий конечного мозга. Там информация, поступившая от рецепторов, отражается в сознании человека в виде субъективных образов – ощущений, восприятий и представлений. В головном мозге возбуждения, поступившие от органов чувств, анализируются, от него также посылаются сигналы органам, отвечающим за выполнение определенных функций. Например, увидев на дороге острый предмет, человек его обходит, услышав звонок телефона, реагирует на него.

Для всех типов рецепторов характерно явление адаптации, то есть приспособление к длительному действию раздражителя. Если раздражитель действует долго, порог чувствительности сенсорной системы повышается. Так, человек, приехавший после продолжительного пребывания на природе (например, в лесу) в город, сначала очень чувствителен к шумам (движению транспорта, громким разговорам людей), но через определенное время такой шум привлекает меньше его внимания. Зрительные рецепторы достаточно быстро способны адаптироваться как к яркому освещению, так и к затемнению. Хуже всего адаптируются к раздражению болевые рецепторы.

Если на сенсорную систему определенный раздражитель действует периодически и при этом с каждым разом сила его действия постепенно увеличивается, возрастает ее чувствительность. Например, специалисты-кулинары лучше людей других профессий распознают качество еды, водители – различают по звуку работающего двигателя его состояние и т. п. Но следует отметить, что чувствительность сенсорных систем к действию определенных раздражителей может повышаться лишь до определенного предела.

Какие существуют типы сенсорных систем? В соответствии с разными типами рецепторов существуют и разные сенсорные системы. У человека различают следующие основные сенсорные системы: зрительную, слуховую, вкусовую, осязательную и обонятельную. К периферической части сенсорной системы относятся и соответствующие органы чувств: глаза (воспринимают световые раздражители), уши (звуковые), язык (вкус), нос (запахи), орган равновесия (контроль за положением в пространстве) и др.

Все сенсорные системы организма человека связаны между собой, особенно в коре головного мозга, многочисленными нервными связями. Поэтому разные сенсорные системы способны к *взаимодействию* и *взаимокомпенсации*. В результате раздражения рецепторов одной из сенсорных систем формируются ощущения, которые обеспечивают другие сенсорные системы. Например, человек слышит лай собаки и представляет ее образ. Услышав запах горелого дерева, человек может представить пожар.

ЗАПОМНИТЕ! В больших полушариях головного мозга вследствие взаимодействия корковых отделов разных сенсорных систем формируется программа поведения человека, оценка определенных действий и т. п.

Биологическое значение явления взаимокомпенсации сенсорных систем заключается в том, что в случае повреждения одной из них (вследствие болезни или травмы), повышается чувствительность к действию раздражителей других сенсорных систем. Так, слепые люди лучше распознают звуки, запахи, у них повышена осязательная чувствительность и т. п. (рис. 156).



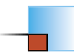
Рис. 156. Незрячие люди воспринимают текст на ощупь. Этот рельефно-точечный шрифт разработал француз Луис Брайль

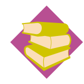
✿ *Ключевые термины и понятия*: **рецепторы, сенсорные системы, анализаторы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Человек получает объективную информацию об изменениях внешней и внутренней среды организма с помощью сенсорных систем (анализаторов). Каждая сенсорная система воспринимает только специфический вид раздражителя. Все сенсорные системы имеют одинаковую общую структуру: рецепторы (периферический отдел), проводящие пути (проводниковый отдел), нервный центр (центральный отдел). На основе полученной информации у человека формируются субъективные ощущения и психические процессы. Для рецепторов характерно явление адаптации, то есть приспособление к продолжительному действию раздражителя, а для сенсорных систем – явление взаимодействия и взаимокомпенсации.





ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Дайте определение понятия «сенсорные системы». 2. Какие основные структурные элементы входят в состав всех сенсорных систем? 3. Какие сенсорные системы человека вы знаете? 4. Что такое адаптация рецепторов? 5. В чем заключается взаимодействие сенсорных систем?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите отдел сенсорной системы, в состав которого входят рецепторы: а) периферический; б) центральный; в) проводниковый; г) тормозной.
2. Укажите сенсорную систему, в состав которой входят фоторецепторы: а) вкусовая; б) слуховая; в) зрительная; г) обонятельная.

Установите правильную последовательность передачи раздражения в сенсорных системах: а) нервный центр коры конечного мозга; б) нервный импульс; в) рецепторы; г) чувствительный нерв.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Назовите типы сенсорных систем человека и раздражители, которые они воспринимают.



ПОДУМАЙТЕ. Какое значение имеет явление взаимокомпенсации сенсорных систем?

§42. ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните строение черепа человека. Каковы особенности строения и функционирования глаза у разных групп позвоночных животных?

Что такое зрение человека? Из чего состоит зрительная сенсорная система? Самая информативная среди всех сенсорных систем – зрительная. Около 90 % всей информации о внешнем мире мы получаем благодаря зрению.

ЗАПОМНИТЕ! **Зрение** – это физиологический процесс, который позволяет воспринимать степень освещенности, форму, размеры и цвета окружающих предметов, расстояние до них и, таким образом, ориентироваться в окружающей среде. Человек благодаря зрению способен читать, писать, воспринимать информацию с экрана телевизора, монитора компьютера, производить сложные работы и т. п.

Зрительная сенсорная система включает глаз (орган, воспринимающий световые лучи), зрительный нерв, подкорковые центры зрения и зрительную зону, расположенную в затылочной доле больших полушарий конечного мозга.

Каково строение органа зрения? ***Орган зрения*** человека состоит из глазного яблока (глаза) и вспомогательного аппарата. *Глазное яблоко* расположено в углублении лицевой части черепа – глазнице. Это чрезвычайно сложный и чувствительный оптический аппарат (рис. 157). Стенки глазного яблока состоят из трех оболочек. Внешняя оболочка – ***фиброзная*** – достаточно плотная, поддерживает форму глазного яблока (почти

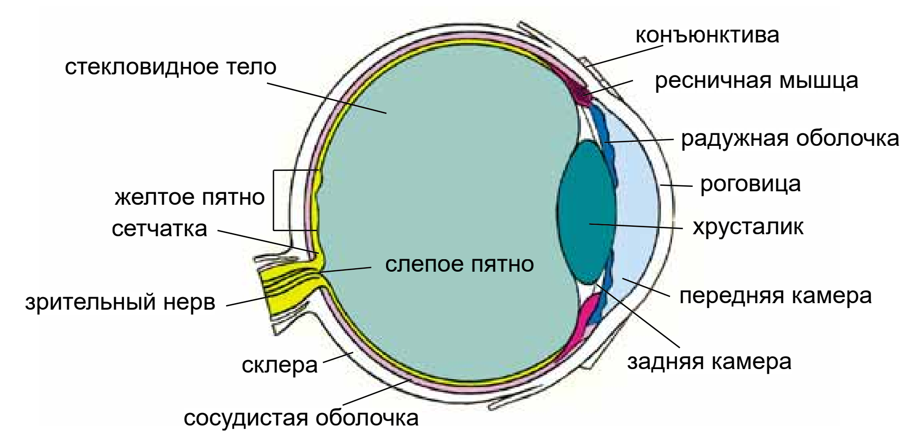


Рис. 157. Строение глаза человека

сферическую). Спереди она образует прозрачную и проницаемую для света ***роговицу***. Ее другая часть непрозрачная и называется ***склерой***, или *белочной оболочкой*. Прозрачная роговица напоминает линзу, преломляющую свет. Она как будто вставлена в переднюю часть склеры (рис. 157). Именно через роговицу свет попадает к другим частям глаза. В отличие от роговицы, склера для света непроницаема. Роговица содержит механорецепторы, поэтому прикосновение к ней вызывает моргание.

ЗАПОМНИТЕ! **Моргание** – безусловный рефлекс, направленный на защиту глаз. Мигая, мы увлажняем глаза, очищаем от пыли роговицу, предотвращаем попадание посторонних частиц при внезапных порывах ветра или капель воды во время дождя.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Роговица быстро восстанавливается. Разрезы на ней можно зашивать, не нарушая зрение. Операцию по пересадке роговицы первым в мире в 1924 г. предложил выдающийся отечественный офтальмолог Владимир Петрович Филатов (рис. 158). Он работал в глазной клинике при университете в Одессе (1903–1936), а с 1936 г. организовал и возглавил Одесский институт глазных болезней, которому присвоено его имя.

Средняя оболочка глаза – ***сосудистая***, пронизана густой сеткой кровеносных сосудов. Эти сосуды снабжают глазное яблоко питательными веществами. В сосудистой оболочке различают собственно сосудистую оболочку, ресничное тело и радужную оболочку.

Собственно сосудистая оболочка обеспечивает питание разных частей глаза. Передняя ее часть – *радужная оболочка* – имеет вид вертикальной пластинки с круглым отверстием в центре. Радужная оболочка получила такое название потому, что содержит темный пигмент (меланин), который определяет цвет глаз: чем больше пигмента, тем темнее их цвет. При незначительном количестве пигмента цвет радужной оболочки серый, зеленый или голубой, при большом – карий. Цвет глаз у человека определяется наследственно.

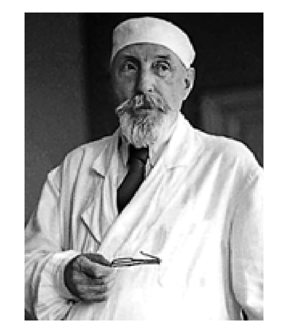


Рис. 158.
В.П. Филатов
(1875–1956)

В радужной оболочке имеется отверстие – *зрачок*, через который свет попадает внутрь глаза. Зрачок, подобно диафрагме фотоаппарата, может менять диаметр, регулируя количество света, поступающего к светочувствительным клеткам сетчатки. При ярком освещении зрачок сужается, в темноте он расширяется. Диаметр зрачка меняется в результате сокращения или расслабления двух неисчерченных кольцевых мышц радужной оболочки.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Диаметр зрачка меняется и в результате эмоциональных реакций: в состоянии страха зрачок расширяется, а при гневе – сужается (*Вспомните народное высказывание «У страха глаза велики»*).

Основная функция зрачка – защита светочувствительного аппарата от разрушения сильным светом и приспособление глаза к изменению интенсивности освещения. Его диаметр меняется рефлекторно и согласованно в обоих глазах.

За радужной оболочкой расположено *ресничное тело*, большую часть которого составляет неисчерченная ресничная мышца. Она удерживает прозрачную капсулу, внутри которой находится *хрусталик* в форме двояковыпуклой линзы (рис. 157). Хрусталик образован полужидким прозрачным веществом.

Здоровье человека. Помутнение хрусталика приводит к заболеванию ***катаракте***. Причиной возникновения катаракты могут быть нарушение обмена веществ, травмы, чрезмерная работа за монитором компьютера. Лечение катаракты требует хирургического вмешательства с удалением помутневшего хрусталика и заменой его искусственным. Теперь такое оперативное вмешательство является безболезненным благодаря лазерной хирургии.

Вся внутренняя полость глаза заполнена *стекловидным телом* – прозрачной вязкой массой (рис. 157). Эта структура, так же, как роговица или хрусталик, способна преломлять свет и изменять прохождение его лучей в глазу. Через стекловидное тело световые лучи попадают на сетчатку. Стекловидное тело поддерживает также давление внутри глаза.

Глаз имеет две полости – камеры глаза. Передняя камера – это небольшое пространство между роговицей и радужной оболочкой. Задняя камера расположена между радужной оболочкой и хрусталиком (рис. 157).

ЗАПОМНИТЕ! Структуры глаза, обеспечивающие прохождение лучей света, образуют его *оптическую систему*. Структуры глаза, воспринимающие световые лучи, – это *световоспринимающая система* глаза.

Сетчатка, или ***сетчатая оболочка***, укрывает дно глаза. Она состоит из двух листков. Внешний листок образуют пигментные клетки, содержащие черный пигмент *фусцин*. Он поглощает световые лучи, устраняя отблески, способствуя более четкому изображению предметов. Внутренний листок содержит светочувствительные

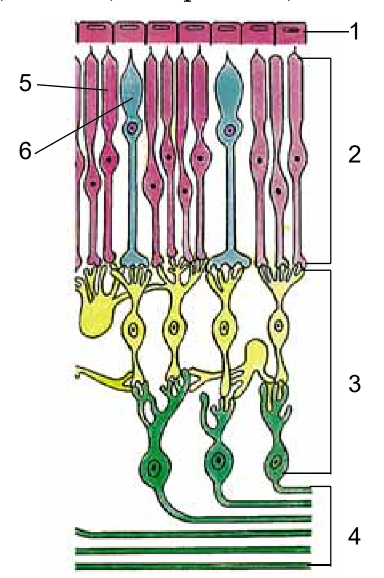


Рис. 159. Строение сетчатки: 1 – пигментные клетки; 2 – рецепторный слой; 3 – нейроны; 4 – волокна зрительного нерва; 5 – палочки; 6 – колбочки

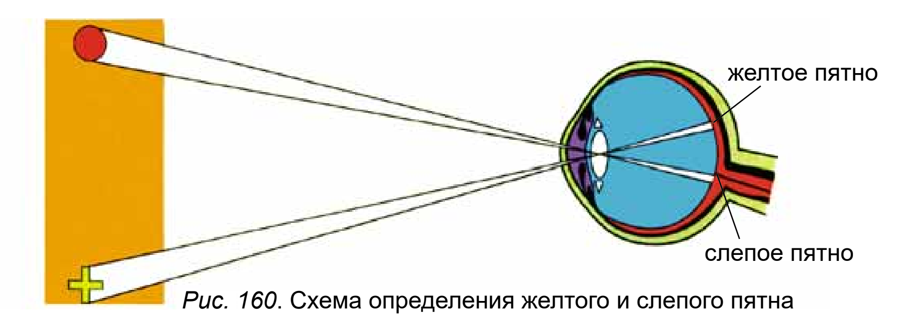


Рис. 160. Схема определения желтого и слепого пятна

рецепторы (фоторецепторы). Одни рецепторы имеют форму палочек, другие – колбочек (рис. 159). ***Палочки*** возбуждаются при действии света малой интенсивности. ***Колбочки*** приспособлены к восприятию яркого света и цвета.

От глаза отходит зрительный нерв. В месте его выхода нет ни палочек, ни колбочек. Это ***слепое пятно*** (рис. 160). Предметов, изображение которых попадает на этот участок, мы не видим. Площадь слепого пятна (в норме) составляет от 2,5 до 6 мм^2.

Сбоку от слепого пятна, напротив зрачка, есть место наиболее четкого видения предметов – ***желтое пятно*** (рис. 160), где преимущественно расположены колбочки. В норме изображение всегда фокусируется оптической системой глаза на желтом пятне. При этом предметы, воспринимаемые периферическим зрением, различаются хуже. Благодаря тому, что палочки преобладают на периферии сетчатки, мы способны видеть «краем глаза» происходящее вокруг нас.



Рис. 161. Пример карточки для демонстрации слепого пятна на сетчатке глаза

Слепое пятно можно легко выявить с помощью простого опыта (рис. 161).

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Выявление слепого пятна на сетчатке глаза

Оборудование*:* карточка для демонстрации слепого пятна на сетчатке глаза.

1. Прикройте левый глаз рукой или плотной бумагой и поместите карточку с рисунком на расстоянии приблизительно 15 см от глаз.
2. Смотрите правым глазом только на крестик, изображенный на карточке, и медленно то приближайте ее к себе, то отдаляйте до тех пор, пока не исчезнет один из трех кружочков. Чем объясняется это явление?
3. Повторите опыт, прикрыв правый глаз, фиксируя взгляд на кружочке.
4. Сделайте вывод, ответив на вопрос: На какую часть сетчатки попадает изображение крестика и кружочка?

Вспомогательный аппарат глаза состоит из верхнего и нижнего века и исчерченных мышц, двигающих глазное яблоко (рис. 162).

Глазное яблоко защищают брови, веки и ресницы. ***Брови*** защищают глаза от пота. ***Веки*** прикрывают глаз сверху и снизу, защищая глазное яблоко от пыли и других посторонних тел, механических повреждений и т. п. На свободных краях век растут короткие волоски – *ресницы*. Внутренняя поверхность век покрыта тонкой слизистой оболочкой – ***конъюнктивой***. При прикосновении к ресницам или внезапном появлении вблизи глаза какого-либо предмета срабатывает безусловный рефлекс моргания.

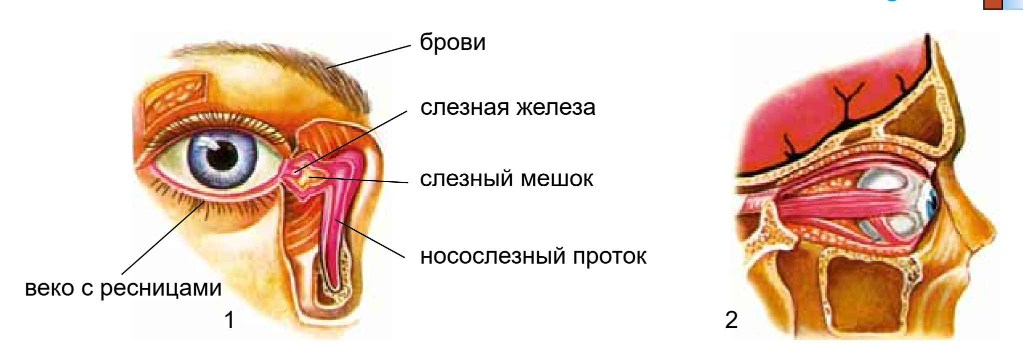


Рис. 162. 1. Вспомогательный аппарат глаза. 2. Мышцы глаза

Здоровье человека. Воспаление конъюнктивы вызывает заболевание – ***конъюнктивит***. Его признаки: постоянное слезоточение, резь в глазах, покраснение век, иногда гнойные выделения. Причины возникновения конъюнктивита – нарушение правил гигиены, возбудители инфекции, аллергены. В случае возникновения конъюнктивита нельзя касаться глаз руками, следует пользоваться отдельным полотенцем, чтобы не заразить других членов семьи.

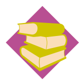
Удаление посторонних частиц с поверхности глаза обеспечивает и *слезный аппарат*. Он состоит из слезной железы, слезных канальцев, слезного мешка и носослезного протока (рис. 162, 1). Слезная железа выделяет жидкость – слезы. Они увлажняют глазное яблоко, смывают с его поверхности посторонние частицы, обезвреживают болезнетворные микроорганизмы. Ежесуточно образуется приблизительно 1 мл слезной жидкости.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **зрительная сенсорная система, глазное яблоко, склера, сосудистая оболочка глаза, роговица, радужная оболочка, зрачок, хрусталик, стекловидное тело, сетчатка.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Через зрительную сенсорную систему человек получает наибольшее количество информации об окружающем мире. Глаз человека имеет оптическую и световоспринимающую системы, а также вспомогательный аппарат.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

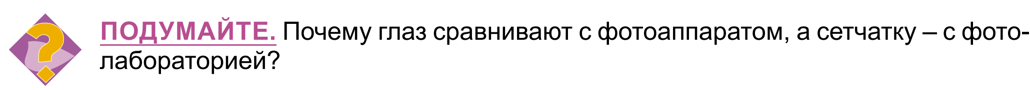
1. Какое значение имеет зрение для человека? 2. Какие существуют оболочки глаза и каковы их особенности? 3. Каково строение глаза человека? 4. Что собой представляет вспомогательный аппарат глаза? 5. Какие структуры глаза обеспечивают его защиту?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите структуры, составляющие внешнюю оболочку глаза: а) хрусталик, роговица; б) радужная оболочка, сосудистая оболочка; в) склера, роговица; г) сетчатка, стекловидное тело.
2. Укажите функцию зрачка: а) задерживает свет; б) преломляет свет; в) защищает глаз от излишне интенсивного света; г) поддерживает внутриглазное давление.
3. Укажите световоспринимающую оболочку глаза: а) склера; б) сосудистая оболочка; в) сетчатка.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте функции основных оболочек глаза.



ПОДУМАЙТЕ. Почему глаз сравнивают с фотоаппаратом, а сетчатку – с фотолабораторией?

§ 43. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните составляющие оптической и световоспринимающей систем глаза.

Какие особенности функционирования зрительной сенсорной системы человека? Взаимодействие разных составляющих зрительной сенсорной системы позволяет человеку наблюдать целостную и непрерывную картину окружающего мира. Эта картина возникает из отдельных изображений, которые последовательно сменяют друг друга на сетчатке правого и левого глаза.

Движения правого и левого глаза согласованны. Они контролируются глазодвигательными центрами ствола головного мозга, расположенными в участке моста и среднего мозга. Человеку присуще ***бинокулярное зрение***, поскольку поля зрения правого и левого глаза перекрываются. Благодаря этому мы воспринимаем объемное изображение предметов, а также можем точнее определять расстояние до них.

Солнечные лучи – основной источник света на нашей планете – имеют разную длину волн. Человек может воспринимать лучи света с длиной волн от 400 до 750 нм[1]. Длинноволновые компоненты солнечного света мы воспринимаем как красный цвет, а коротковолновые – как сине-фиолетовый. Между ними в определенном порядке расположены и другие цвета: голубой, голубо-зеленый, зеленый, желтый, оранжевый. Такое расположение разных цветов называют ***световым спектром***. Так, радуга, появляющаяся на небе после дождя, – это разложенный на отдельные компоненты солнечный свет.

Окружающие нас тела способны часть световых лучей поглощать, а часть – отражать. Глаз человека воспринимает лишь те цвета, которые отражаются от поверхности разных предметов. Если тело отражает все волны светового спектра, мы видим его белым, а если поглощает все волны – черным.

Перед тем как попасть на светочувствительные рецепторы сетчатки, лучи света проходят через оптическую систему глаза: роговицу, переднюю и заднюю камеры глаза, заполненные жидкостью, хрусталик, стекловидное тело. При этом они отклоняются назад таким образом, что на сетчатке образуется уменьшенное и перевернутое изображение предмета, который мы наблюдаем (рис. 163). Вследствие анализа в коре головного мозга информации, поступающей не только от зрительного органа, но и от других органов чувств (слуха, обоняния и др.), человек воспринимает предметы в их естественном положении.

Для того чтобы четко видеть определенный предмет, лучи, отражающиеся от него, должны собраться на сетчатке. Ресничная мышца, связанная с капсулой, окружающей хрусталик, изменяет степень ее натяжения. Когда капсула натягивается, хрусталик становится более плоским. Когда капсула расслабляется, хрусталик вследствие своей эластичности приобретает вы-

[1] Нанометр (сокращенно – нм) равняется одной миллиардной части метра.

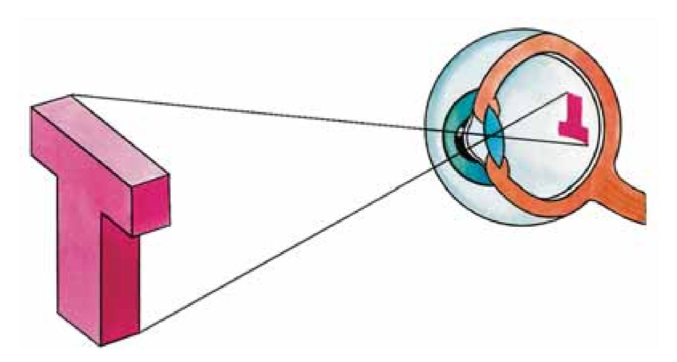


Рис. 163. Образование изображения на сетчатке глаза. ***Задание.*** ***Объясните, почему изображение на сетчатке оказывается уменьшенным и перевернутым***

пуклую форму (рис. 164). Свойство оптической системы глаза создавать четкое изображение предметов, расположенных на разном расстоянии, называют **аккомодацией.**

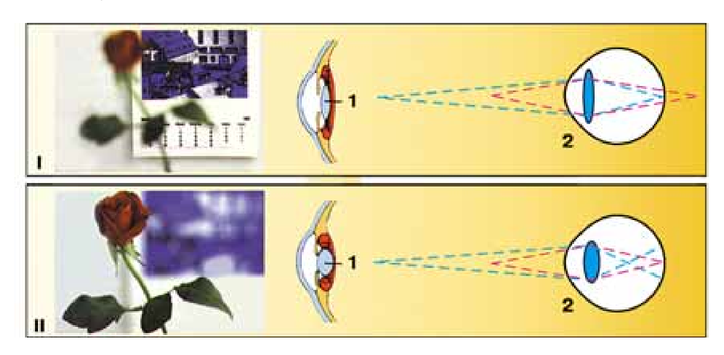


Рис. 164. Аккомодация глаза: рассматривание удаленных (I) и близко расположенных (II) предметов; 1 – хрусталик; 2 – схема прохождения лучей. ***Задание***. ***Рассмотрите рисунок и объясните, каким становится хрусталик во время рассматривания удаленных и близко расположенных предметов***

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Определение аккомодации глаза (*работу проводят парами*)

Оборудование: лист бумаги с отверстием и буквами разных размеров вокруг него.

1. Один ученик (экспериментатор) четко пишет на доске текст.
2. Потом он держит на расстоянии 10–15 см от глаз второго ученика (подопытного) лист белой бумаги с отверстием в нем и буквами по его радиусу так, чтобы их было четко видно, а через отверстие в бумаге можно было читать написанный на доске текст.
3. Подопытный читает надпись на доске через отверстие в бумаге одним глазом, прикрыв второй. Потом он переводит свой взгляд на буквы, написанные вокруг отверстия на листе бумаги.
4. Сделайте выводы, ответив на вопрос: Какими кажутся буквы вокруг отверстия на бумаге и на доске?

Лучи, пройдя через оптическую систему глаза, попадают на сетчатку, в состав которой входят фоторецепторы. Вы уже знаете, что колбочки обеспечивают дневное и цветовое зрение, а палочки – сумеречное и ночное.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Способность глаза видеть предметы при освещении разной интенсивности, называют ***световой аккомодацией***. Например, когда вы из ярко освещенного помещения попадаете в темное, то сначала почти ничего не видите. Но потом глаз постепенно начинает привыкать и уже может воспринимать сначала контуры предметов, а потом – их детали. Аналогичные процессы наблюдают, когда человек из темного помещения попадает в ярко освещенное.

Зрительная информация от рецепторных клеток сетчатки по зрительным нервам через средний и промежуточный мозг передается в зрительные зоны – затылочные доли коры больших полушарий (рис. 165). Там формируется окончательное ощущение формы, размеров, цвета наблюдаемых предметов.

Какие бывают нарушения зрения? Какова их профилактика? Важное свойство зрения – это его острота. ***Острота зрения*** – способность различать мелкие детали предмета. Наибольшую остроту зрения обеспечивает желтое пятно. Чем дальше расположены рецепторы от желтого пятна, тем меньшую остроту зрения они способны обеспечивать.

Здоровье человека. Остроту зрения человека проверяют ***врачи-окулисты*** с помощью специальных таблиц. На них изображены буквы или другие знаки разного размера. Нормальная острота зрения составляет 1.0.

Еще одна важная особенность зрения человека – определение расстояния до объекта, на который направлено зрение, – ***глазомер***.

Здоровье человека. Правильный глазомер не является врожденным свойством человека, а вырабатывается в течение всей жизни в результате постоянных тренировок. Он играет особенно важную роль в жизни людей определенных профессий: военных, снайперов, охотников, пилотов, моряков, художников и т. п.

Нарушение нормального ночного зрения вызывает заболевание ***куриная слепота***. При нем человек нормально видит днем, а с наступлением сумерек почти перестает видеть окружающие предметы.

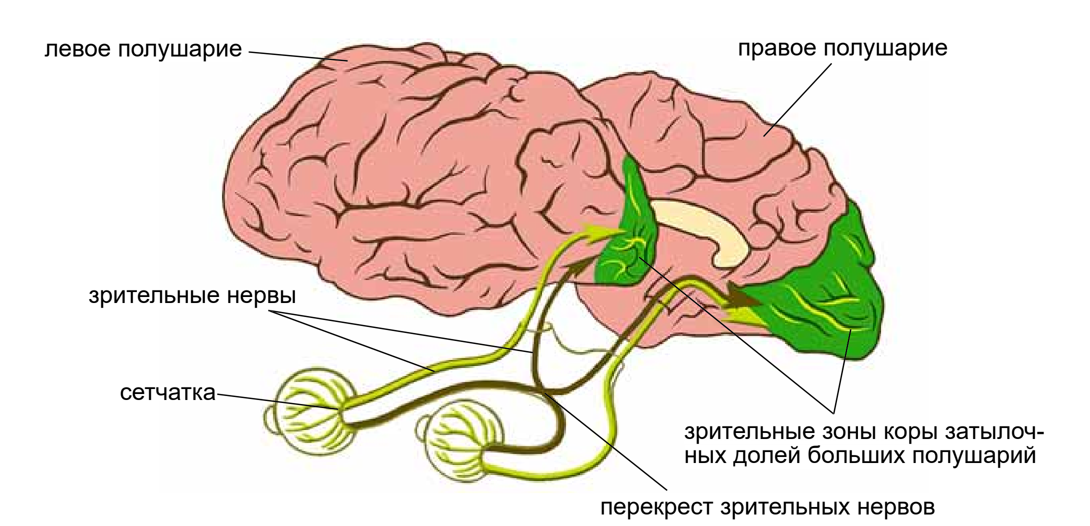


Рис. 165. Путь прохождения нервного импульса от сетчатки в зрительную зону коры больших полушарий

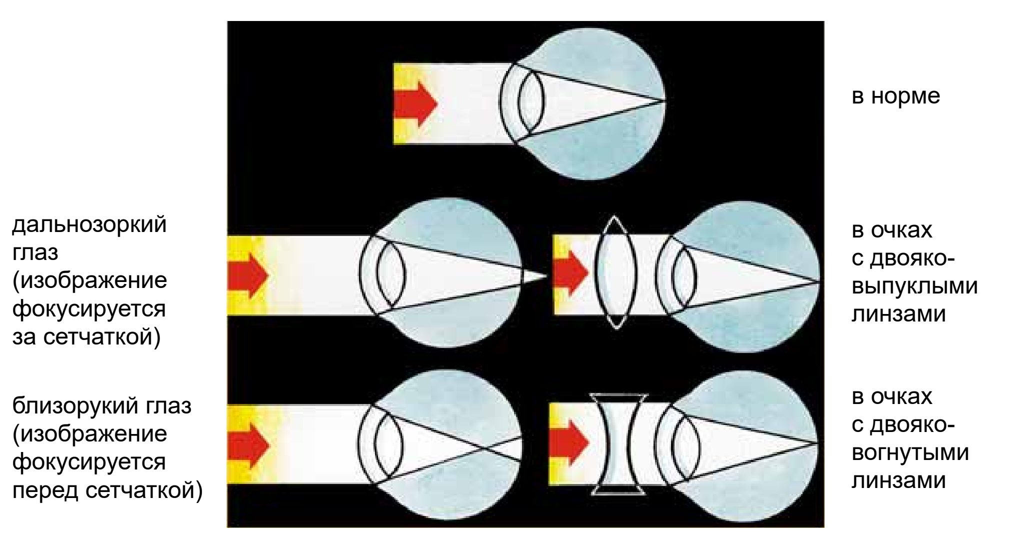


Рис. 166. Схема преломления лучей и коррекция зрения

Дальтонизм – врожденный дефект, связанный с нарушением функций колбочек, вследствие этого человек не различает определенные цвета (красный, зеленый или синий). Люди, страдающие дальтонизмом, не могут работать водителями, пилотами и т. п.

Нарушение аккомодационной способности хрусталика приводит к близорукости или дальнозоркости. Если световые лучи, пройдя через оптическую систему глаза, фокусируются перед сетчаткой, человек четко видит только предметы, расположенные неподалеку от него. Таким людям присуща ***близорукость*** (рис. 166). Врожденная близорукость вызвана увеличенными размерами глазного яблока или кривизны хрусталика, приобретенная – ослаблением ресничной мышцы из-за перенапряжения глаз (длительная работа за компьютером, непрерывный просмотр телепередач).

Когда лучи фокусируются за сетчаткой, четкое изображение возникает только от предметов, расположенных вдалеке от человека (рис. 166). Так возникает ***дальнозоркость***. Как и близорукость, дальнозоркость может быть врожденной или приобретенной. Врожденная дальнозоркость возникает в результате недостаточной способности роговицы или хрусталика преломлять свет, небольшими размерами глазного яблока. Приобретенная дальнозоркость может быть вызвана потерей эластичности хрусталика, нарушениями функций ресничной мышцы и др.

Здоровье человека. Для исправления близорукости используют очки с двояковогнутыми линзами, а дальнозоркости – с двояковыпуклыми.

У некоторых людей наблюдается ***косоглазие***, при котором нарушаются одновременные и согласованные движения глазных яблок. Тогда на сетчатке возникает резкое изображение от одного глаза и расплывчатое от другого. Косоглазие в основном врожденное, но может возникать как следствие глазных заболеваний.

В некоторых случаях человек может полностью или частично терять зрение, то есть наступает полная или частичная *слепота*. Например,

когда яркий свет, попав на сетчатку, разрушает светочувствительные рецепторы. К слепоте могут привести травмы глаз или головы, некоторые заболевания (например, диабет).

Здоровье человека. На остроту зрения пагубно влияют употребление алкоголя, курение, наркомания и др. Эти вредные привычки могут вызвать отмирание зрительного нерва, рецепторных клеток сетчатки, помутнение роговицы или хрусталика.

ЗАПОМНИТЕ! Чтобы как можно дольше сохранить остроту зрения, соблюдайте следующие правила:

- рабочее место должно быть хорошо и равномерно освещено; источник света на рабочем столе (например, настольную лампу) располагайте слева, на расстоянии 50–60 см от рабочей поверхности;
- не следует читать в движущемся транспорте, потому что расстояние от книги до глаз постоянно меняется; это приводит к уменьшению эластичности хрусталика; к таким же последствиям может привести и чтение в постели;
- не стоит смотреть телевизор или работать с компьютером более 2 часов в сутки;
- при работе с компьютером следует пользоваться специальными очками, уменьшающими вредное влияние электромагнитного излучения на глаза; каждые 30 минут следует делать перерывы;
- в состав пищевого рациона должна обязательно входить пища с достаточным содержанием витамина А.

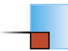
Важно предотвращать травмирование глаз. Травмы глаз бывают бытовые и производственные. Бытовые травмы глаз часто связаны с неосторожным пользованием бытовыми приборами, неумелым забиванием гвоздей и т. п. Производственные травмы чаще связаны с несоблюдением правил техники безопасности. Это касается и практических занятий по химии, физике и другим учебным предметам.

Здоровье человека. Если в глаз попадут щелочь, кислота или ядовитое вещество, сразу промойте его чистой проточной водой в течение 15–20 мин, потом немедленно обратитесь к врачу. В случае удара приложите к глазу вату или платочек, смоченный холодной водой. Если в глаз попадет пылинка, промойте его с помощью чистой ватки или платочка, снимите пылинку с века. Перед этим хорошо вымойте руки, чтобы не занести инфекцию.

В случае тяжелого ранения глаза (например, разрыва склеры) нельзя его промывать и пытаться достать посторонний предмет. На глаз следует наложить чистую повязку и отправить потерпевшего в больницу. Правильно оказанная помощь позволит избежать тяжелых последствий травмы и сохранить зрение.

ЗАПОМНИТЕ! Нормальное зрение делает жизнь полноценной, яркой, помогает овладеть любыми профессиями, наслаждаться красотой природы, искусством. Нарушение зрения ограничивает возможности человека.

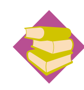
✿ *Ключевые термины и понятия*: **аккомодация глаза, острота зрения, бинокулярное зрение, близорукость и дальнозоркость, косоглазие, куриная слепота, дальтонизм.**





ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Воспринимают световые лучи и превращают световую энергию в нервный импульс фоторецепторы: палочки и колбочки. Благодаря колбочкам мы имеем возможность воспринимать цвет предметов, палочки обеспечивают сумеречное и ночное зрение.
- Оптическая система глаза преломляет световые лучи таким образом, что на сетчатке образуется действительное, уменьшенное и перевернутое изображение предмета. Четкое восприятие предметов зависит от аккомодационной способности хрусталика. Нарушения аккомодационной способности хрусталика приводит к возникновению близорукости или дальнозоркости. Коррекцию зрения осуществляет врач-окулист, подбирая соответствующие очки.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

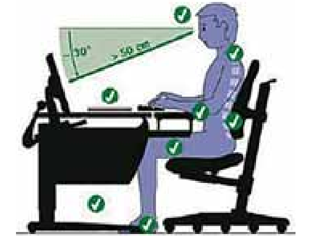
1. Какое значение имеет зрение для человека? 2. Какие функции выполняют колбочки и палочки? 3. Что такое аккомодация? Как она происходит? 4. Какие возможны нарушения зрения человека? Какова их профилактика?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите, каким становится хрусталик при рассматривании близко расположенных предметов: а) не меняется; б) выпуклым; в) уплощенным.
2. Укажите, каким становится хрусталик при рассматривании удаленных предметов: а) не меняется; б) выпуклым; в) уплощенным.
3. Выберите очки, которые назначит врач-окулист при приобретенной дальнозоркости: а) с двояковогнутыми линзами; б) с двояковыпуклыми линзами.

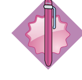


ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Рассмотрите рисунок, на котором изображена работа ученика за компьютером. Опишите ключевые отметки на нем.





ПОДУМАЙТЕ. 1. Благодаря чему изменяется фокусное расстояние при настройке светового микроскопа? 2. Как человеку, который носит очки, пользоваться биноклем – с очками или без них?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Выясните, почему именно красный цвет светофора выбран в качестве сигнала?

§44. СЛУХОВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Вспомните особенности строения органов слуха у разных представителей позвоночных животных. Каково строение черепа человека? Что такое носоглотка?

Что такое слух? ***Слух*** – способность организма воспринимать звуковые колебания (звуки). Эту функцию обеспечивает **слуховая сенсорная система.** Ее периферической частью является ***ухо*** – один из органов чувств. Слух имеет большое значение в жизни человека, ведь без него невозможно языковое общение людей между собой. Благодаря слуху человек способен определять направление звуков и их источник, ориентироваться в пространстве, воспринимать информацию, поступающую из внешней среды, предупреждать об опасности и т. п.

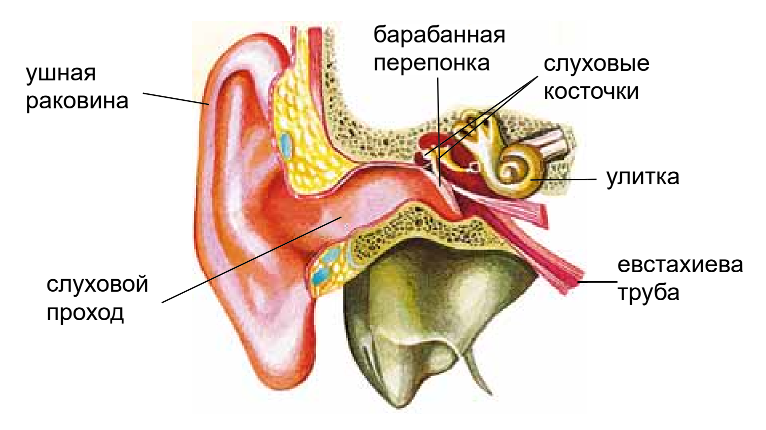


Рис. 167. Строение уха как органа слуха

Звук – это волновые механические колебания, которые распространяются в разных средах (газах, жидкостях и твердых телах). Звуковые волны распространяются от их источника с определенной частотой и периодичностью. В зависимости от этого человек и воспринимает те или иные звуки. ***Частота звука*** – количество периодических колебаний за определенный промежуток времени. За единицу частоты колебаний принят 1 Герц (Гц). 1 Гц равняется частоте колебаний с периодом в 1 с. Человек обычно воспринимает звуки с частотой колебаний от 16 до 20 000 Гц. Диапазон голоса человека составляет от 150 до 3000 Гц.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Частоту ниже 16 Гц называют *инфразвуком*, а более 20 кГц – *ультразвуком*. Ультразвуки способны глубоко проникать в тело человека. Отражаясь от поверхности тканей, они могут давать на специальном приборе изображение органов. Вспомните, эту методику исследований организма человека называют *ультразвуковой диагностикой*.

Характеристиками звука, кроме его частоты, являются высота, сила и тембр. ***Высота звука*** зависит от частоты колебаний воздуха за 1 с. Высокие тона имеют наибольшую частоту колебаний, а низкие – меньшую. ***Сила звука***, то есть его давление на барабанную перепонку, измеряется в децибелах[1] (дБ). В норме ухо человека может воспринимать звуки силой от 1 до 80 дБ.

Тембр – это оттенок звука. Благодаря тембру человек может различать звуки разных музыкальных инструментов, даже если они одинаковой силы и высоты.

Каково строение слуховой сенсорной системы? Орган слуха состоит из трех основных отделов: наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 167).

Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. ***Ушная раковина*** улавливает и направляет звуковые колебания в ***наружный слуховой проход***. Он имеет форму воронки длиной 2,5–3 см, стенки которой покрыты тоненькими волосками. В стенках наружного слухового прохода имеются специальные железы, выделяющие так называемую ушную серу – вязкое вещество желтоватого цвета. Оно задерживает пыль и

[1] Децибел равен одной десятой бела. Бел – единица измерения громкости звука. Название «бел» происходит от фамилии изобретателя телефона американца Александера Белла.

микроорганизмы, попавшие в наружный слуховой проход. Наружное ухо отделено от среднего *барабанной перепонкой* – упругой, округлой пластинкой диаметром приблизительно 1 см и толщиной 0,1 мм. Благодаря упругости она воспринимает колебания воздуха, вызванные звуковыми волнами, и без изменений передает их на слуховые косточки среднего уха.

Среднее ухо начинается барабанной перепонкой и включает барабанную полость, расположенную в височной кости. Через специальный канал – *евстахиеву трубу* – барабанная полость сообщается с носоглоткой. Через евстахиеву трубу воздух из внешней среды может попадать в барабанную полость. Это необходимо для выравнивания давления воздуха по обе стороны барабанной перепонки. Если создается разница между давлением в барабанной полости и давлением атмосферного воздуха, острота слуха нарушается.

Здоровье человека. При значительной разнице в давлении по обе стороны барабанной перепонки она может разрушиться. Это происходит во время сильных взрывов, выстрелов пушек, при взлете или посадке самолетов и т. п. В этих случаях рекомендуют открывать рот и делать несколько глотательных движений. Тогда евстахиева труба открывается, давление по обе стороны барабанной перепонки выравнивается, исчезают болевые ощущения и восстанавливается острота слуха.

В барабанной полости находятся три *слуховые косточки* (рис. 168), последовательно и полуподвижно соединенные между собой: молоточек, наковальня и стремя. ***Молоточек*** соединен с барабанной перепонкой и ***наковальней***, а наковальня – со стременем. ***Стремя*** сообщается с перепонкой *овального окна* – отверстием, ведущим во внутреннее ухо. Кроме овального окна, в стенке среднего уха имеется еще и округлое окно, также закрытое перепонкой. Через овальное и округлое окна внутреннее ухо соединяется со средним.

Слуховые косточки образуют систему рычагов, которые передают колебания от барабанной перепонки к перепонке овального окна. Они повторяют все колебания барабанной перепонки. Такое строение среднего уха позволяет воспринимать даже слабые звуки.

Внутреннее ухо (или **лабиринт**) – это система полостей и каналов, заполненных жидкостью. Одной из составляющих внутреннего уха является ***улитка*** – спирально закрученный костный канал (рис. 169). Внутри полость улитки разделена двумя мембранами на три хода. Канал улитки заполнен жидкостью, которая проводит звуковые колебания.

На нижней мембране улитки расположен ***кортиев орган***[1], воспринимающий звуки (то есть рецепторный слуховой аппарат). Рецепторы кортиевого органа – волосковые клетки, над которыми находится особая покровная мембрана. К клеткам кортиевого органа, расположенными на основной мембране, подходят ответвления чувствительных нервных волокон. Остальные части внутреннего уха участвуют в восприятии положения в пространстве, что обеспечивается вестибулярным аппаратом (его строение и функции мы рассмотрим в § 45).

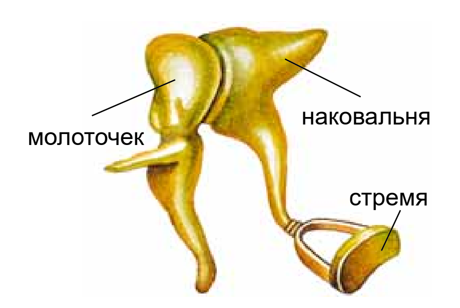


Рис. 168. Слуховые косточки

[1] Назван так в честь итальянского ученого Альфонсо Корти (1822—1876), описавшего его.

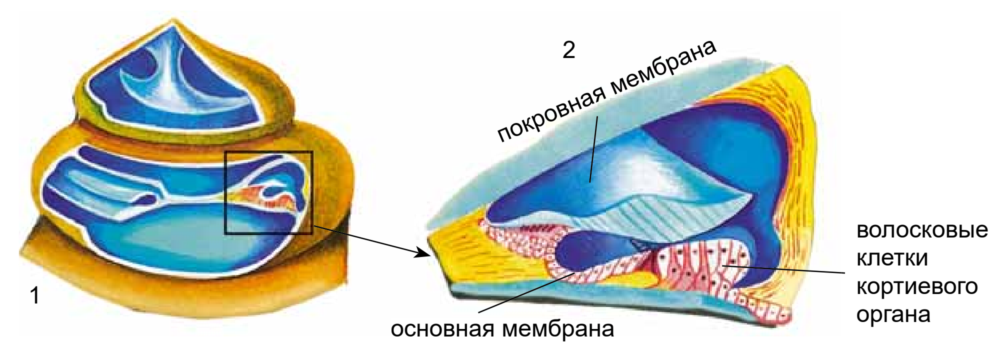


Рис. 169. Улитка (1) и ее строение (2)

Как функционирует слуховая сенсорная система человека? Вы уже знаете, что звуковые волны из окружающей среды через наружный слуховой проход поступают к барабанной перепонке. Благодаря системе слуховых косточек звуковые колебания от барабанной перепонки передаются к мембране овального окна (звук может передаваться и через кости черепа). Колебания этой мембраны дальше передаются жидкости, которая заполняет каналы улитки. В свою очередь, колебания жидкости вызывают колебательные движения основной мембраны.

Волосковые клетки кортиевого органа, касаясь покровной мембраны, деформируются. При этом возникает так называемый *микрофонный эффект*: механические колебания превращаются в электрические с такой же частотой. Нервный импульс передается по волокнам слухового нерва к подкорковым и корковым центрам слуха. Подкорковые центры слуха расположены в мосту, среднем и промежуточном мозге. Окончательно сила, высота и характер звука, расположение в пространстве его источника анализируются в слуховой зоне коры височных долей больших полушарий (рис. 170).

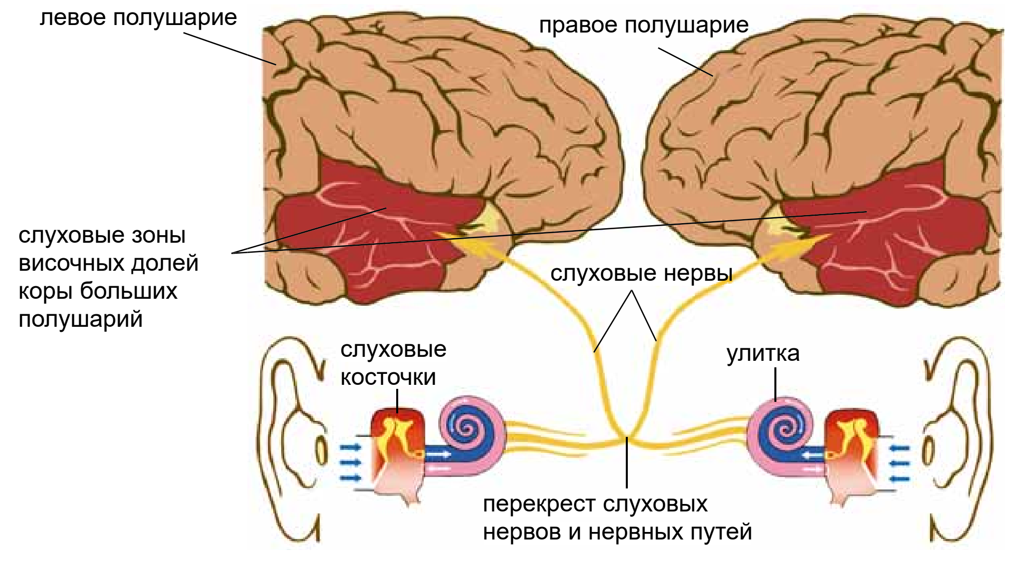


Рис. 170. Путь прохождения нервного импульса от улитки к слуховой зоне коры конечного мозга



ЗАПОМНИТЕ! Функция кортиевого органа – превращение энергии звуковых колебаний в энергию нервных импульсов.

Слуховая сенсорная система имеет важное значение и для ориентации человека в пространстве. Именно парность органов слуха (левый и правый) позволяет точнее определить месторасположение источника звука. Глухому на одно ухо человеку для определения источника звука приходится поворачивать голову, что не нужно делать здоровому человеку.

Измеряют чувствительность слуховой сенсорной системы с помощью специальных приборов. О самом простом методе определения абсолютного порога слуха вы узнаете при выполнении лабораторного исследования.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Измерение порога слуховой чувствительности

Оборудование: механические часы, сантиметровая линейка.

Определите абсолютный порог слуха с помощью часов (работу проводите втроем). Первый ученик сидит на стуле с закрытыми глазами. Второй медленно приближает к нему механические часы, пока первый не услышит их звук. Третий ученик сантиметровой линейкой измеряет расстояние, на котором был услышан звук, от часов к первому ученику.

Каковы возможны нарушения слуха человека? Какова их профилактика? Постоянный чрезмерный шум, сверхвысокие и сверхнизкие звуковые колебания и т. п. вызывают снижение слуха, а иногда и глухоту. При сильном давлении звуковых волн (интенсивностью 120–130 дБ) на барабанную перепонку человек чувствует боль в ушах, впоследствии может наступить временная или полная потеря слуха. Это связано с повреждением рецепторных клеток кортиевого органа и нарушением циркуляции жидкости в улитке. К звуковой травме может привести продолжительное влияние более слабых звуков (интенсивностью около 90 дБ).

Здоровье человека. Частичная или полная потеря слуха угрожает людям, работающим на шумных производствах, аэродромах и т. п. Поэтому им следует пользоваться предохранительными приспособлениями (специальные наушники, «беруши»). Нельзя чистить внешний слуховой проход острыми предметами, чтобы не повредить барабанную перепонку. Нарушением гигиены слуха является частое пользование наушниками.

Воспаление среднего уха, или ***отит***, может быть вызвано переохлаждением организма или инфекциями (простудой, гриппом, ангиной и т. п.). Заболевание сопровождается сильными болями, повышением температуры, снижением уровня слуха.

Для сохранения слуха необходимо: соблюдать режим труда и отдыха, вести здоровый образ жизни, предохраняться от инфекционных заболеваний и др. При любых неприятных ощущениях в ухе (боль, шумы, снижение слуха и т. п.) следует обращаться к врачу.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **слуховая сенсорная система, барабанная перепонка, молоточек, наковальня, стремя, улитка, кортиев орган.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Слух является источником информации о звуках и необходимым фактором для развития речи. Восприятие звуков слуховой сенсорной системой обеспечивается передачей звуковых колебаний от барабанной перепонки на слуховые косточки

среднего уха и основную мембрану внутреннего уха, на которой находятся слуховые рецепторы, воспринимающие звуки, превращающие механическую энергию в энергию нервного импульса. По слуховому нерву он передается в слуховую зону коры конечного мозга, где формируется звуковой образ.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каковы значение и функции слуха? 2. Из каких частей состоит слуховая сенсорная система? 3. Каково строение наружного уха? 4. Какое строение имеет среднее ухо? 5. Каковы особенности строения внутреннего уха? Что такое кортиев орган? 6. Почему в слуховом проходе усиливаются звуковые колебания? 7. Каковы основные причины снижения или потери слуха?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите составляющие наружного уха: а) слуховые косточки; б) ушная раковина; в) улитка; г) кортиев орган.
2. Укажите составляющие среднего уха: а) слуховые косточки; б) ушная раковина; в) улитка; г) кортиев орган.

Установите правильную последовательность передачи звуковой волны: а) колебание слуховых косточек; б) колебание барабанной перепонки; в) колебание жидкости улитки; г) колебание перепонки овального окна; д) раздражение слуховых рецепторов; е) формирование нервных импульсов.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте связь строения слуховой сенсорной системы с механизмом восприятия звуков.



ПОДУМАЙТЕ. Почему заболевание уха, горла и носа лечит один и тот же врач – отоларинголог.

§ 45. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ РАВНОВЕСИЯ, ДВИЖЕНИЯ, ОСЯЗАНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ, БОЛИ

Вспомните, что такое сила тяжести; что такое температура. Каково строение головного мозга человека? Что такое соматическая и вегетативная нервная система? Что такое симпатическая и парасимпатическая вегетативная нервная система?

Каковы строение и функции сенсорной системы равновесия? Для нормального функционирования нашего организма важно контролировать его положение в пространстве. Функцию восприятия и регуляции положения тела в пространстве обеспечивает ***вестибулярный аппарат***, который является периферической частью **сенсорной системы равновесия**. Он состоит из ***овального*** и ***круглого мешочков*** внутреннего уха и трех ***полукружных каналов*** (внимательно рассмотрите на рисунке 171 строение вестибулярного аппарата).

Внутри полукружные каналы и мешочки заполнены студенистым веществом. На внутренней поверхности мешочков и расширений полукружных каналов находятся рецепторы – волосковые клетки, от которых отходят нервы. Кроме волосковых клеток, погруженных в студенистое вещество, в состав вестибулярного аппарата входят кристаллики кальций ортофосфата, так называемые *отолиты*.

Полукружные каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, что позволяет воспринимать пространство в трех его измерени-





Рис. 171. Схема строения вестибулярной сенсорной системы. ***Задание***. *Найдите на рисунке полукружные каналы, круглый и овальный мешочек и охарактеризуйте их функции*

ях. Каждый канал сообщается с овальным мешочком. С помощью полукружных каналов мы определяем изменения направления движения, вращательные ускорения или замедления.

Как функционирует сенсорная система равновесия? Любые изменения равновесия тела раздражают рецепторы вестибулярного аппарата. При изменениях положения тела или головы отолиты своей массой давят на студенистое вещество. Это давление передается волоскам рецепторов, сгибая их. В результате возникает возбуждение, которое передается к центрам равновесия головного мозга. В ответ на это сокращаются или расслабляются соответствующие группы мышц.

Мембраны овального и округлого мешочков расположены в разных плоскостях. При нормальном положении головы в овальном мешочке мембрана занимает горизонтальное положение, а в округлом – почти вертикальное. Если человек держит голову ровно, жидкость полукружных каналов равномерно давит на волоски вестибулярных рецепторов и возбуждает их. Если человек поворачивает голову, вещество полукружных каналов смещается в сторону, противоположную движению (рис. 172), и соответственно отклоняет волоски вестибулярных рецепторов.

Нервные волокна, которые берут начало от рецепторов вестибулярного аппарата, переплетаясь, образуют вестибулярный нерв. Он проводит нервные импульсы от этих рецепторов к мосту, мозжечку, промежуточному мозгу и соответствующим зонам височной доли коры больших полушарий. Там происходит окончательный анализ и синтез полученной от вестибулярного аппарата информации.

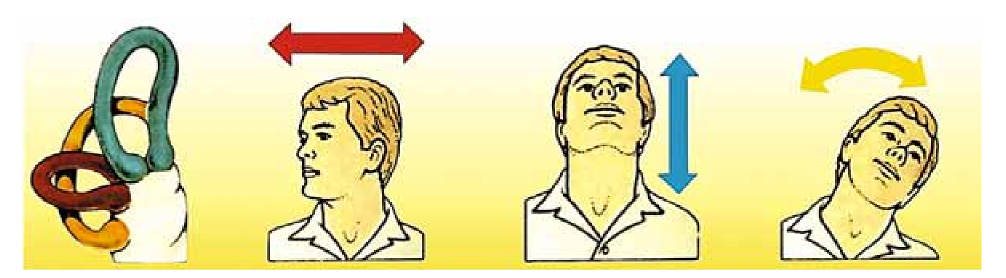


Рис. 172. Изменения в органе равновесия при разных положениях головы и тела

Вестибулярный аппарат связан и с вегетативной (автономной) нервной системой. Люди с повышенной возбудимостью вестибулярного аппарата плохо переносят полеты самолетом, морские путешествия или длительные поездки автотранспортом. У них происходит продолжительное и сильное раздражение рецепторов вестибулярного аппарата. Возбуждение передается в нервные центры, регулирующие деятельность внутренних органов. В результате возникают рефлекторные реакции (побледнение, тошнота или рвота, слабость, головокружение). Такое состояние человека называют ***укачиванием***, или морской болезнью (впервые подобные симптомы наблюдали во время морских путешествий). После поездки эти неприятные ощущения проходят.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Объяснением возникновения морской болезни является то, что вестибулярный центр находится рядом с центрами дыхания, кровообращения, пищеварения. Поэтому возбуждения из вестибулярного центра передаются на соседние центры и вызывают упомянутые недомогания.

К расстройствам в работе вестибулярного аппарата приводят травмы головного мозга, употребление наркотических веществ и алкоголя.

Что такое двигательная сенсорная система? Кроме вестибулярного аппарата, положение всего тела и отдельных его частей контролируют рецепторы, расположенные в коже, мышцах, сухожилиях, суставах и т. п. Это периферическая часть **двигательной сенсорной системы.** При изменении положения определенной части тела (сгибание и разгибание рук, наклоны головы и т. п.) возбуждаются соответствующие группы рецепторов. Они сигнализируют нервной системе о степени напряжения мышечных волокон, о положении суставов и разных частей тела в пространстве. Импульсы от этих рецепторов направляются к соответствующим участкам коры больших полушарий.

Благодаря чему мы чувствуем прикосновение, температуру, боль? Различают четыре основных вида ***кожной чувствительности***: ощущение **прикосновения** и **давления**, **боли**, **тепла**, **холода.** Их обеспечивают соответствующие рецепторы (рис. 173).

Рецепторы **сенсорной системы осязания** и **давления** расположены на поверхности кожи или связаны с волосяными сумками. Они реагируют на растяжение кожи или изменение положения волосков.

Больше всего осязательных рецепторов находится на ладонях и кончиках пальцев. Поэтому слепые люди, у которых повышено чувство осязания, анализируют предметы, ощупывая их руками.

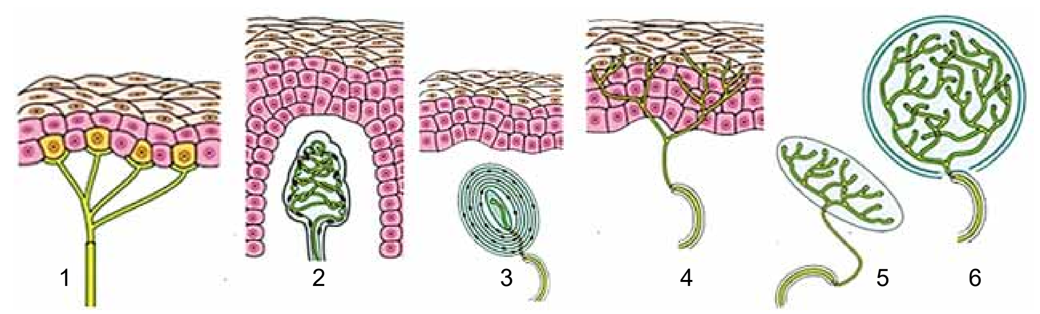


Рис. 173. Разнообразные рецепторы кожи: 1, 2 – осязательные; 3 – давления; 4 – боли; 5 – рецепторы, воспринимающие тепло; 6 – рецепторы, воспринимающие холод

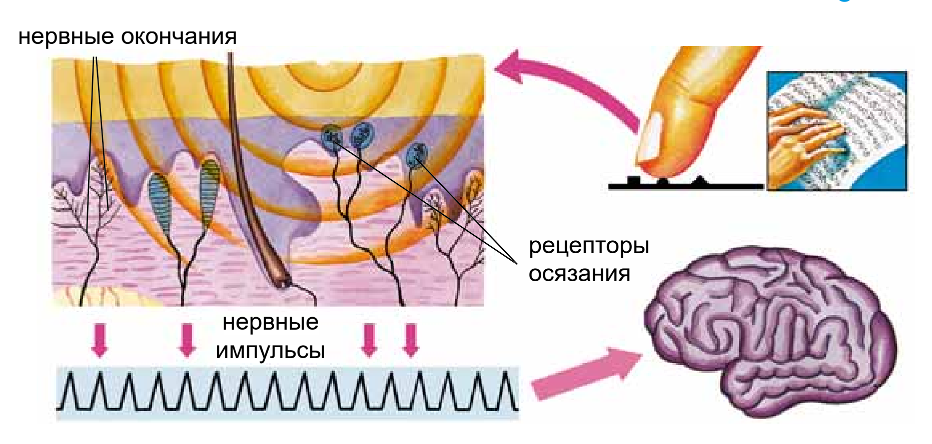


Рис. 174. Схема строения осязательной сенсорной системы. ***Задание.*** *Проанализируйте путь передачи нервного импульса и формирования информации*

Возбуждение, возникающее в рецепторах осязания, по нервам поступает к теменным долям коры больших полушарий в зону кожно-мышечной чувствительности (рис. 174). Тут формируются ощущения от предметов, к которым прикасается человек.

Боль человек воспринимает в результате раздражения рецепторов, расположенных преимущественно в коже и внутренних органах. Они входят в состав периферического отдела **сенсорной системы боли**. Болевые сигналы от рецепторов через подкорковые центры, расположенные в таламусе (*вспомните*, это структура промежуточного мозга), поступают в зону кожно-мышечной чувствительности больших полушарий. Они помогают организму мгновенно реагировать на угрожающую опасность.

Здоровье человека. Болевые ощущения можно снизить искусственно, используя обезбаливающие препараты. С их помощью в медицине осуществляют ***анестезию*** – временную потерю чувствительности (в частности, во время хирургических операций).

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Проблему обезболивания во время хирургических операций впервые предложил решить украинский хирург Николай Иванович Пирогов (рис. 175).

Изменения температуры, как в окружающей среде, так и внутри тела, воспринимают рецепторы, входящие в состав **температурной сенсорной системы.** Одни из них возбуждаются под воздействием холода, другие – тепла. Кроме кожи, эти рецепторы расположены также на слизистых оболочках.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Рецепторы, воспринимающие холод и тепло, способны приспосабливаться к изменениям температуры окружающей среды. Так, если опустить руку в холодную воду (+10 °С), то ощущение холода через некоторое время исчезает. Если руку перенести в воду, температура которой выше на 1–2 °С, то сначала возникает ощущение тепла, которое также впоследствии проходит. Именно на этом свойстве основана способность организма к закаливанию.

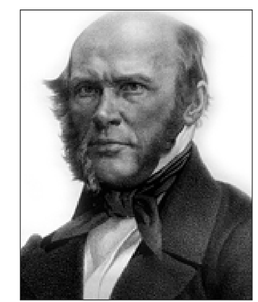


Рис. 175. Н.И. Пирогов (1810–1881)

✿ *Ключевые термины и понятия*: **вестибулярный аппарат, двигательная сенсорная система, сенсорные системы осязания, температуры, боли.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Тело и его части взаимосогласованно перемещаются в пространстве благодаря деятельности сенсорных систем равновесия, движения и зрения. Вестибулярный аппарат играет ведущую роль в регуляции равновесия тела в пространстве, восприятии ускорения.
- Существуют специальные сенсорные системы осязания, температуры и боли, рецепторы которых связаны в основном с кожей.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково строение вестибулярного аппарата? Какие функции он выполняет?
2. Какие рецепторы находятся в коже и каковы их основные функции?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите составляющую уха, в которой находится вестибулярный аппарат: а) наружное ухо; б) среднее ухо; в) внутреннее ухо.
2. Выберите сенсорную систему, к которой относится вестибулярный аппарат: а) слуховая; б) зрительная; в) двигательная; г) равновесия.
3. Укажите орган, в котором больше всего болевых рецепторов: а) артерии; б) кожа; в) желудок; г) вены.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте взаимосвязь строения и функции вестибулярного аппарата.



Выполните ***исследовательский практикум.***

Исследование температурной адаптации рецепторов кожи

Оборудование: три сосуда с водой, температура которой +10 °С, +25 °С, +40 °С.

1. Налейте в три сосуда воду с разной температурой: +10 °С, +25 °С, +40 °С.
2. Опустите правую руку в первый сосуд, температура воды в которой +10 °С, а левую – в третий сосуд, где температура воды +40 °С.
3. Потом обе руки опустите в средний сосуд, температура воды в которой +25 °С. Что чувствуете? Почему?

§ 46. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОБОНЯНИЯ И ВКУСА. РЕЦЕПТОРЫ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Вспомните, что такое рецепторы. Каково строение головного мозга человека?

Благодаря чему мы способны воспринимать запахи? Мы воспринимаем запахи благодаря ***обонянию.*** Способность человека воспринимать запахи основывается на том, что молекулы летучих соединений действуют на рецепторные клетки, которые являются периферической частью **сенсорной системы обоняния.**

Обоняние играет важную роль в жизни человека: по запаху мы можем отличить съедобные объекты от несъедобных. Запахи влияют на настроение человека: одни из них (запахи цветов, качественной парфюмерии, лесного или морского воздуха) улучшают его, способствуют повышению работоспособности, другие (сероводород, запах пота и т. п.) – ухудшают.

Обонятельные рецепторы (хеморецепторы) расположены в слизистой оболочке верхней и частично средней носовых раковин, а также в области носовой перегородки (рис. 176). От верхней поверхности этих клеток отходит дендрит

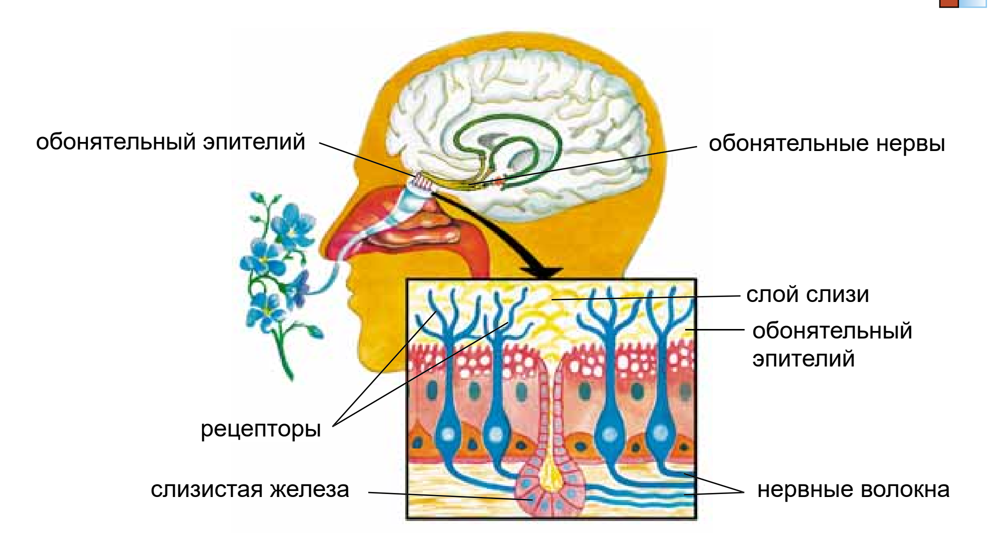


Рис. 176. Схема строения обонятельной сенсорной системы. ***Задание***. *На рисунке рассмотрите путь возбуждения в обонятельной сенсорной системе*

с короткими ресничками. Эти реснички погружены в слой слизи, которая покрывает обонятельный эпителий. Они увеличивают поверхность контакта с молекулами летучих соединений. Одна из функций слизи – защита клеток от пересыхания: если слизистая носовой полости пересыхает, способность воспринимать запахи снижается или вообще исчезает.

Молекулы пахучих веществ попадают к рецепторным клеткам или через ноздри (во время вдоха), или из ротовой полости. Таким образом, употребляя пищу, мы чувствуем не только ее вкус, но и запах. Молекулы летучих веществ взаимодействуют с мембраной рецепторных клеток, возбуждая их. Так возникают нервные импульсы. От основы этих клеток отходят длинные аксоны. Они входят в состав обонятельных нервов, по которым нервные импульсы направляются к участкам коры лобных и височных долей полушарий. Там обонятельные раздражения окончательно анализируются. К подкорковым центрам, участвующим в обработке обонятельной информации, относятся ядра гипоталамуса.

ЗАПОМНИТЕ! Сенсорную систему обоняния составляют: обонятельные рецепторы, обонятельный нерв, подкорковые и корковые центры обоняния в головном мозге.

Как определяют остроту обоняния? *Остроту обоняния* определяют по наименьшей концентрации вещества, которая вызывает ощущение запаха. Ее измеряют количеством молекул пахучего вещества в 1 см^3 воздуха.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Обонятельная система быстро привыкает к запаху. Если человек заходит в комнату с определенным запахом, то спустя некоторое время перестает его чувствовать.

Какое значение для человека имеет ощущение вкуса? ***Вкус*** – восприятие вкусовых качеств веществ, попадающих на рецепторы ротовой полости и на поверхность языка.

Рецепторы вкуса находятся во ***вкусовых луковицах***, которые входят в состав выростов слизистой оболочки языка – *сосочков* (рис. 177).

Вкусовые ощущения позволяют определить качество пищи и питьевой воды, возбуждают аппетит, способствуя выделению пищеварительных соков и перевариванию пищи. Чтобы вещества могли подействовать на вкусовые рецепторы, они должны быть растворены в слюне или воде. Сухая поверхность языка не способна распознавать вкусовые качества веществ.

Через пору на поверхности сосочка молекулы веществ, попавшие в ротовую полость, проникают внутрь небольшой камеры, заполненной жидкостью. На ее дне находятся вкусовые рецепторы. Молекулы взаимодействуют с рецепторными клетками, раздражая их. Рецепторы вкуса, как и рецепторы обоняния, относятся к хеморецепторам. Рецепторные клетки передают возбуждение на периферические отростки чувствительных клеток в узлах черепно-мозговых нервов. Потом вкусовая информация по нескольким нервам поступает в структуры центральной нервной системы: продолговатого мозга и вкусовые ядра моста. Дальше она направляется к ядрам таламуса и височным долям коры больших полушарий (рис. 177). Именно там формируется восприятие вкусовых качеств пищи и питьевой воды. Вкусовые рецепторы, нервы, а также вкусовые зоны центральной нервной системы составляют **сенсорную систему вкуса**.

Человек способен распознавать четыре основных вкуса: сладкий, кислый, горький и соленый. На поверхности языка выявлены зоны специфической чувствительности. Так, рецепторы, воспринимающие горький вкус, находятся в основном около основания языка, сладкий – на кончике, кислый и соленый – по бокам (рис. 178). При этом вкусовые зоны перекрываются. В средней части языка вкусовых рецепторов нет.

Ощущение вкуса зависит от концентрации вещества. Обычная поваренная соль при низкой концентрации кажется сладкой, но когда ее концентрация увеличивается, ощущается соленой.

Для восприятия вкусовых ощущений важное значение имеет температура пищи. Высокая или низкая ее температура снижает вкусовые ощущения (горячий чай с сахаром сначала кажется несладким). Самая благо-

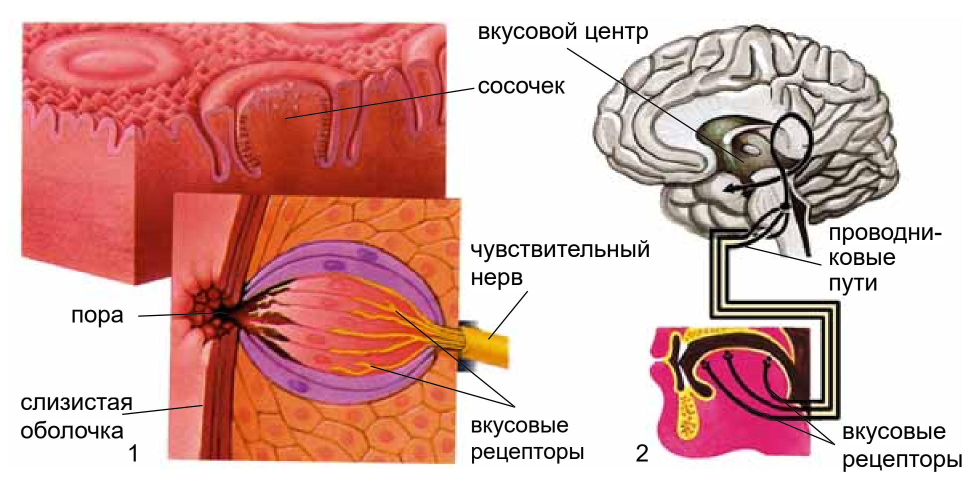


Рис. 177. Строение вкусового сосочка (1); схема строения вкусовой сенсорной системы (2). ***Задание***. *Рассмотрите на рисунке строение вкусового сосочка и путь возбуждения во вкусовой сенсорной системе*

приятная температура для распознавания вкусовых качеств пищи +20...+24 °С.

ЗАПОМНИТЕ! Вкусовая сенсорная система играет важную роль в жизни человека: она обеспечивает проверку вкусовых качеств пищи, влияет на процессы пищеварения, стимулируя или подавляя выделение пищеварительных соков.



Рис. 178. Расположение вкусовых рецепторов на языке

Минимальная концентрация вещества, при которой человек может определить его вкус, называется *вкусовым порогом*. Он неодинаков для разных химических веществ.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Для сахара вкусовой порог составляет 0,01, для поваренной соли – 0,05, лимонной кислоты – 0,009, а хинина[1] – 0,000008 моль/л. Таким образом, мы более чувствительны к горькому, менее чувствительны к кислому и в одинаковой степени воспринимаем сладкое и соленое.

Здоровье человека. Высокая чувствительность к горьким веществам связана с тем, что много ядовитых соединений горькие. Поэтому горький привкус может сигнализировать об опасности. Сильные горькие раздражители вызывают приступы тошноты или рвоты. Эти защитные реакции предотвращают попадание опасных соединений в организм.

ЗАПОМНИТЕ! Поскольку обонятельный и вкусовой нервные центры в коре больших полушарий расположены рядом, на определение качества пищи влияют ее запах и вкус.

Что собой представляют рецепторы внутренних органов? Много рецепторов внутренних органов сигнализируют о состоянии нашего организма. Так, рецепторы, расположенные в стенках желудка и кишечника, контролируют степень заполнения их пищей. Рецепторы стенок кровеносных сосудов реагируют на содержание газов в крови, артериальное давление, нарушения в работе сердца и т. п.

ЗАПОМНИТЕ! Взаимодействие разных типов рецепторов, расположенных в разных внутренних органах, создает целостную картину о состоянии нашего организма, обеспечивает координацию его отдельных частей и поддержание гомеостаза.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **обонятельная сенсорная система, острота обоняния, вкусовая сенсорная система, вкусовой порог.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Периферические части обонятельной и вкусовой сенсорных систем представлены хеморецепторами. Обонятельные рецепторы обеспечивают восприятие запахов разных соединений, а вкуса – восприятие вкусовых качеств разных веществ. Сенсорные системы обоняния и вкуса тесно взаимосвязаны между собой. Их зоны в коре больших полушарий расположены рядом, поэтому восприятие вкуса пищи подкрепляется ее запахом.

---

[1] Хинин – вещество с сильным горьким вкусом, получаемое из коры хинного дерева. Используется для лечения малярии.

● Рецепторы внутренних органов контролируют состояние нашего организма. Их деятельность направлена на поддержание гомеостаза.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Как человек воспринимает запахи? 2. Как возникает ощущение вкуса? 3. Каковы функции рецепторов внутренних органов?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите агрегатное состояние вещества, в котором воспринимается его запах: а) газообразное; б) жидкое; в) твердое.
2. Укажите часть языка, где расположены рецепторы, различающие вкус сладкого: а) кончик; б) корень; в) края; г) кончик и края.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Раскройте особенности обонятельной сенсорной системы. II группа. Раскройте особенности вкусовой сенсорной системы.



ПОДУМАЙТЕ. 1. Почему мы не можем определить вкус горячей пищи? 2. Почему во время насморка человек плохо различает вкус пищи?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. *Решите задачу***.** Минимальна концентрация сахара, которая создает ощущение сладкого вкуса, составляет 0,01 моль/л. Посчитайте и укажите, сколько граммов сахара нужно растворить в стакане чая (200 мл), чтобы почувствовать сладкий вкус.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите место, где фокусируется изображение предмета при близорукости: а) на сетчатке; б) перед сетчаткой; в) за сетчаткой; г) в хрусталике.

2. Выберите очки с соответствующими линзами для людей с близорукостью: а) с двояковогнутым стеклом; б) с двояковыпуклым стеклом; в) цветные; г) очки не нужны.

3. Укажите орган чувств, который содержит рецепторы обоняния: а) нос; б) кожа; в) глаз; г) ухо.

4. Укажите составляющую глаза, которая содержит пигмент меланин, определяющий цвет глаз: а) роговица; б) зрачок; в) радужная оболочка; г) склера.

5. Каким становится хрусталик во время рассматривания близко расположенных предметов: а) уплощенным; б) выпуклым; в) его форма не меняется?

6. Где фокусируется изображение предметов при дальнозоркости: а) перед сетчаткой; б) за сетчаткой; в) на сетчатке; г) на желтом пятне?

7. Укажите часть языка, где расположены рецепторы, различающие вкус горького: а) на кончике; б) на корне; в) по краям; г) на кончике и по краям.

8. Назовите составляющие световоспринимающей части зрительной сенсорной системы: а) палочки и колбочки; б) радужная оболочка; в) хрусталик; г) стекловидное тело.

9. ***Решите задачу***. Если гигиеническая норма интенсивности звука составляет 40 дБ (децибел), то во сколько раз превышает норму шум во время дискотеки, который составляет 110 дБ: а) в 1,75; б) в 2,75; в) в 3,75; г) в 4,75? Объясните, какие могут быть последствия увлечения громкой музыкой.

Тема 9

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ



Известный греческий философ Сократ (4–5 вв. до нашей эры) выдвинул девиз: «Познай самого себя». Можно ли познать себя? Какие знания нужны для этого? Почему люди такие разные по характеру, темпераменту, отношению к работе?

§47. ПОНЯТИЕ О ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ВРОЖДЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое безусловные и условные рефлексы, инстинкты. Что такое адаптации? Что такое ядра головного мозга?

Что такое высшая нервная деятельность? ***Человек как биосоциальное существо*** постоянно приспосабливается к условиям среды, в которой живет. Кроме естественных влияний (изменения интенсивности действия температуры, давления, уровня освещенности, влажности воздуха и т. п.), ему приходится сталкиваться и с социальными факторами (сосуществование в разных социальных группах: семье, школе и т. п.). Соответственно человек постоянно меняет свое поведение, чтобы удовлетворить потребности в поддержании своей жизнедеятельности и своего социального становления. Биологически целесообразные реакции организма человека на действие раздражителей внешней и внутренней среды обеспечивают три приспособительных механизма: безусловные (врожденные) рефлексы, условные (приобретенные) рефлексы и умственная деятельность.

Идею о том, что вся психическая деятельность человека является рефлекторной, впервые выразил в 1863 году выдающийся ученый-физиолог Иван Михайлович Сеченов (рис. 179). В начале XX ст. ее экспериментально подтвердил И.П. Павлов (см. рис. 40). Безусловно и условно-рефлекторная деятельность человека взаимосвязаны и вместе представляют высшую нервную деятельность.



Рис. 179. И.М. Сеченов (1829–1905)

ЗАПОМНИТЕ! **Высшая нервная деятельность** – это совокупность взаимосвязанных нервных процессов, которые происходят в коре и подкорковых центрах головного мозга и обеспечивают совершенные приспособления человека к изменчивым условиям жизни. Совокупность реакций организма, направленных на установление жизненно необходимых связей с окружающей средой, называют **поведением**.

У человека высшая нервная деятельность отличается сложностью и многогранностью проявлений. Условно ее можно разделить на три группы:

- *интеллектуальные процессы*, обеспечивающие познавательную деятельность человека;
- *эмоциональные процессы*, благодаря которым проявляется отношение человека к окружающим явлениям, самому себе и другим людям;
- *волевые процессы*, обеспечивающие целенаправленность деятельности человека.

Какова роль безусловных рефлексов в поведении человека? Вы уже знаете, что **безусловные рефлексы** – врожденные и почти не меняются на протяжении жизни. В их осуществлении участвуют спинной мозг, ствол и подкорковые ядра головного мозга. Эти рефлексы контролирует кора больших полушарий. Раздражители, вызывающие эти рефлексы, называют ***безусловными***.

ЗАПОМНИТЕ! **Раздражители** – это любые влияния, способные вызывать биологические реакции живых клеток, тканей и органов, изменение их структур и функций. Такие реакции называют **раздражением**.

Раздражители действуют на рецепторы (*вспомните, какие вы знаете рецепторы*). Они бывают *внешними* (разнообразные изменения условий окружающей среды – световые, температурные, химические, звуковые, механические и т. п.) и *внутренними* (изменения состава и свойств внутренней среды биологических систем, механические раздражения внутренних структур организма).

Безусловные рефлексы у человека играют ведущую роль в обеспечении реакций организма сразу после рождения. В дальнейшем они становятся основой для образования условных рефлексов.

ЗАПОМНИТЕ! Безусловные рефлексы проявляются одинаково у каждого человека и обеспечивают его приспособление к условиям жизни.

Какие различают основные виды безусловных рефлексов? К основным видам безусловных рефлексов относятся дыхательные, пищевые, хватательные, защитные, ориентировочные.

Дыхательные рефлексы – это рефлекторные дыхательные движения, обеспечивающие вдох и выдох. ***Пищевые рефлексы*** – сосательный, выделение пищеварительных соков, жевание, глотание. (*Вспомните, где расположены центры дыхания, слюноотделения, жевания и глотания.*)

Хватательные рефлексы наблюдают у новорожденных (рис. 180, 1). Для детей этот рефлекс не имеет особого значения, но для обезьян он очень важен, потому что позволяет хватать еду, передвигаться по кронам деревьев и т. п. (рис. 180, 2).

Защитные рефлексы обеспечивают защиту организма от действия разных факторов: отдергивание руки от острого предмета, кашель и чихание при попадании в дыхательные пути посторонних частиц, моргание, зрачковый рефлекс и т. п. (*Вспомните, где расположены центры кашля, чихания.*) Исследуйте зрачковый рефлекс, выполняя лабораторное исследование.





Рис. 180. Хватательный рефлекс: 1 – у ребенка; 2 – у взрослой обезьяны

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Определение реакции зрачков на свет

Оборудование: лампа-осветитель с рефлектором.

1. Прикройте на 3–5 с один глаз ладонью, а потом быстро отведите руку, направляя в глаз свет. Наблюдайте, как изменяется диаметр зрачка при этом.
2. Опять прикройте глаз ладонью. Через 30 с обратите внимание на диаметр зрачка.
3. Сделайте вывод, как изменился диаметр зрачка при освещении и после него. Почему? Какое это имеет значение?

Много безусловных рефлексов проявляются не сразу после рождения, а только через определенное время. Например ***ориентировочный рефлекс***, или *рефлекс «что такое»?*, – это ответ на новые или биологически важные (свет, звук и др.) раздражители. Он возникает каждый раз, когда появляется неожиданный или новый раздражитель, и человек на него реагирует поворотом головы.

Совокупность последовательных безусловных рефлексов, проявляющихся на раздражители внешней и внутренней среды организма и обеспечивающих определенную жизненную функцию, называют **инстинктом** (материнские и т. п.).

Инстинкты у человека могут проявляться по-разному, в зависимости от его внутренних потребностей, конкретной ситуации, изменяться с возрастом. Например, инстинкт самосохранения может проявляться как бегом от опасности, осторожным поведением, так и агрессией. Материнский инстинкт – потребность матери заботиться о ребенке и защищать его. Иногда он сильнее инстинкта самосохранения.

✿ ***Ключевые термины и понятия:*** **высшая нервная деятельность, поведение человека, безусловные рефлексы, инстинкты.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Поведение человека – это сложный комплекс приспособлений, направленных на удовлетворение потребностей организма, которые внешне проявляются в определенных действиях.
- В процессе эволюции человека закрепились стабильные формы реакций на раздражители внешней и внутренней среды, которые называют безусловно-рефлекторными. Систему врожденных (безусловно-рефлекторных) поведенческих реакций, направленных на осуществление определенных жизненных функций, в том числе на продолжение рода и сохранение вида, называют инстинктами.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое высшая нервная деятельность? 2. Что такое поведение человека? 3. Какие основные безусловные рефлексы вы знаете? Какое они имеют значение? 4. Что такое инстинкты? Какое они имеют значение в жизни человека?



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте высшую нервную деятельность человека. Приведите примеры безусловных рефлексов.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Вспомните из курса биологии 7-го класса особенности поведения млекопитающих. Что общего и в чем отличие между поведением млекопитающего и человека (на конкретном примере)?

§ 48. УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ. ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое рефлексы, инстинкты. Какие рефлексы называют ориентировочными?

Каковы условия формирования условных рефлексов? **Условные рефлексы** образуются в процессе жизни обычно на основе безусловных под воздействием определенных факторов внешней среды. Раздражители, вызывающие эти рефлексы, называют ***условными***. С возрастом количество образованных условных рефлексов возрастает, при этом накапливается определенный опыт.

И.П. Павлов доказал образование условных рефлексов на основе безусловных в опытах над собаками. Он изучал рефлекторную регуляцию слюноотделения: когда животному давали еду, наблюдали выделение слюны – проявление безусловного пищевого рефлекса. Потом за 30 с до кормления перед животным включали свет (электрическую лампочку), на который собака реагировала поворотом головы к источнику света (безусловный ориентировочный рефлекс). Поскольку на этом этапе опыта свет был ***безразличным раздражителем*** для выделения слюны, то к моменту принятия еды она не выделялась. После нескольких сочетаний включения света и последующего кормления свет превратился в ***условный раздражитель***: когда его включали, у животного наблюдали выделение слюны. Таким образом, условный рефлекс образовался на основе безусловного: безразличный раздражитель (свет) при повторении его перед кормлением (безусловный раздражитель) стал условным.

Каковы свойства условных рефлексов? ***Условные рефлексы являются индивидуальными***, то есть у каждого человека формируются на протяжении всей жизни независимо от других.

Условные рефлексы не постоянны: при изменении условий внешней среды одни из них могут исчезать, а другие – возникать. Таким образом, человек может избавиться от условных рефлексов, потерявших свое значение в новых условиях. Зато формируются новые, обеспечивающие адаптации к таким изменениям.

ЗАПОМНИТЕ! Для образования условного рефлекса необходимо действие безразличного раздражителя, а также обязательно выполнение следующих условий:



- действие условного раздражителя должно предшествовать действию безусловного; некоторое время их действие должно совпадать;
- сила действия и биологическое значение условного раздражителя должны быть слабее, чем безусловного;
- условный раздражитель должен неоднократно подкрепляться действием безусловного;
- периодическое повторение действия условного рефлекса для его закрепления.

Физиологический механизм возникновения условного рефлекса выделения слюны у собаки в опыте И.П. Павлова можно объяснить так. Вначале возбуждение от вкусовых рецепторов языка при кормлении собаки поступало в центры вкусовой чувствительности, расположенные как в отделах ствола головного мозга, так и в коре больших полушарий. После анализа и преобразования возбуждения из центров вкусовой чувствительности через вставочные нейроны оно передавалось в центр слюноотделения, а оттуда – в слюнные железы, которые выделяли слюну. Эта деятельность безусловно-рефлекторная. Когда же включали лампочку (условный раздражитель), возбуждение от фоторецепторов в сетчатке глаза передавалось в соответствующие подкорковые центры, а оттуда – в зрительные центры в затылочных долях коры больших полушарий головного мозга.

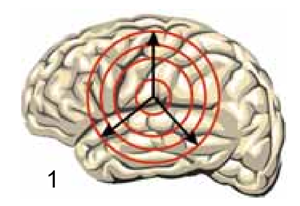
При периодическом повторении сочетания безусловного (еда) и условного (свет) раздражителей, возбуждение, возникшее в результате действия условного раздражителя, передавалось в нервный центр безусловного рефлекса слюноотделения еще до проявления действия безусловного раздражителя – еды. Поскольку интервал между действием условного и безусловного раздражителей незначительный, то между соответствующими нервными центрами образовывалась ***временная нервная связь***. Благодаря этому возбуждение из центра зрения попадало в центр пищеварения, а потом в слюнные железы, что и вызывало выделение слюны в ответ на свет без подачи еды.

У человека условные рефлексы образуются не только в ответ на конкретные сигналы (школьный звонок), но и на услышанные или прочитанные слова, цифры, увиденные рисунки. Например, у человека, который когда-то пробовал лимон, даже словесное упоминание о нем вызывает слюноотделение. В этой условно-рефлекторной реакции участвует еще и память, поскольку информация о вкусе лимона зафиксирована в коре больших полушарий.

Устойчивое закрепление в коре больших полушарий определенной последовательности условно-рефлекторных реакций называют **динамическим стереотипом**. Для появления динамического стереотипа необходимо многократное воздействие раздражителей с постоянными интервалами между ними. На формировании динамического стереотипа у человека основаны образование навыков и привычек (например, езда на велосипеде, коньках и т. п.).

Формирование условных рефлексов, их объединение в сложные условно-рефлекторные поведенческие реакции возможны благодаря взаимодействию двух форм нервного процесса: возбуждения и торможения.

Что такое торможение условных рефлексов? ***Торможение*** – это процессы, приводящие к ослаблению или прекращению возбуждений в центральной нервной системе. Различают внешнее и внутреннее торможение.



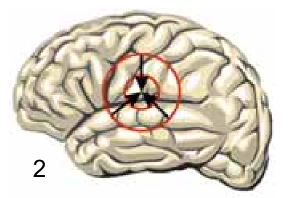


Рис. 181. 1 – иррадиация; 2 – концентрация

Внешнее (безусловное) *торможение* развивается в начале действия внешнего сильного раздражителя, который вызывает новое возбуждение в коре больших полушарий. Это возбуждение тормозит другие, более слабые. Примером такого явления служит прекращение выделения пищеварительных соков во время еды при сильной боли.

Биологическое значение внешнего торможения условных рефлексов заключается в обеспечении реакции на основной, важнейший для организма в данный момент стимул (например, написание контрольной работы).

Внутреннее (условное) *торможение* возникает, когда условный раздражитель не подкрепляется безусловным. Примером условного торможения являются правила в спортивной деятельности (запрет на определенные действия в спортивной игре), ограничения во время учебы и воспитания, нормы поведения человека в обществе.

Торможение, как и возбуждение, координирует рефлекторную деятельность. Например, сокращение и расслабление мышц является результатом последовательных изменений возбуждения и торможения. Если бы не было торможения, организм выполнял бы много ненужных реакций в ответ на разные условные раздражители, которые перестали подкрепляться безусловными.

Как взаимодействуют возбуждение и торможение в коре больших полушарий головного мозга? Процессы возбуждения и торможения как основные процессы деятельности центральной нервной системы основываются на определенных закономерностях. Возникая в соответствующих центрах, они способны распространяться по всей центральной нервной системе. Это явление получило название ***иррадиация***. Противоположный процесс – ограничение, сокращение зоны источника возбуждения или торможения, называют ***концентрацией*** (рис. 181).

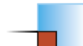
Иррадиацию и концентрацию можно наблюдать во время образования двигательных условных рефлексов. На первой стадии формирования двигательных навыков вследствие распространения возбуждения сокращается много мышц, которые не нужны для выполнения этого движения. И только после многократных повторений (упражнений) в результате концентрации процесса возбуждения в необходимых участках коры движения становятся высококоординированными.

✿ ***Ключевые термины и понятия*:** **условный рефлекс, временная нервная связь, возбуждение, торможение, иррадиация, концентрация.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Условные рефлексы позволяют человеку приспособить свое поведение к изменениям внешней среды. Основой механизма образования условных рефлексов – это установление временных нервных связей в коре конечного мозга между нервными центрами безусловного и условного раздражителей.
- Деятельность нервной системы основана на процессах возбуждения и торможения. Во время возбуждения осуществляются рефлекторные реакции, а во



время торможения они прекращаются. Возбуждение и торможение могут распространяться или концентрироваться в определенных нервных центрах. Эти процессы обеспечивают координацию их работы.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

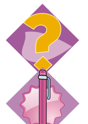
1. Чем отличаются условные рефлексы от безусловных? 2. Каков механизм образования условных рефлексов? 3. Что такое временная нервная связь? Как она образуется? 4. Что такое торможение? Какие формы торможения вы знаете? Чем они отличаются? 5. Что такое иррадиация и концентрация?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите характеристики условных рефлексов: а) видовые; б) индивидуальные; в) постоянные. 2. Укажите процесс, который происходит, когда действие условного раздражителя не подкрепляется безусловным: а) концентрация; б) торможение; в) возбуждение.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте этапы возникновения условных рефлексов. Какое биологическое значение торможения условных рефлексов?



ПОДУМАЙТЕ. Почему человек, читающий интересную книгу, часто не замечает, что происходит вокруг?

ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните условные и безусловные рефлексы.

§ 49. ПОНЯТИЕ О СИГНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ. РЕЧЬ. МЫШЛЕНИЕ. СОЗНАНИЕ

Вспомните, благодаря каким сигналам животные ориентируются в окружающей среде. Что такое сенсорная система? Какие сенсорные системы существуют у человека?

Поведение человека сложное. В нем задействованы механизмы не только безусловных и условных рефлексов, а также умственной деятельности. Если инстинкты у человека часто проявляются неосознанными действиями, то умственная деятельность направляет его поведение в соответствии с законами общества, традициями.

Что такое сигнальные системы? Какие сигнальные системы существуют у человека? Одна из важных функций коры больших полушарий головного мозга – обеспечение функционирования и развитие сигнальных систем.

Сигнальная система – совокупность рефлекторных процессов, обеспечивающих восприятие и анализ информации, а также формирование соответствующих реакций организма на определенные раздражители.

Первая сигнальная система человека воспринимает с помощью соответствующих сенсорных систем разнообразные раздражители (сигналы) окружающей среды. Нервные центры первой сигнальной системы находятся в коре больших полушарий. Она служит основой для образования условных рефлексов.

Вторая сигнальная система проявляется в общении благодаря устной и письменной речи. Речевые функции человека связаны с функционированием многих структур головного мозга. Устная речь формируется преимущественно при помощи височной и лобной долей левого полушария, а письменная – теменных, височных и лобных долей. Слова, которые

человек произносит, слышит или читает, представляют собой условные раздражители. Их воспринимает и различает кора больших полушарий головного мозга.

Слова – это символы конкретных предметов и явлений окружающей среды. То есть слово является сигналом сигналов. Словами человек обозначает все, что воспринимает с помощью органов чувств. Человек с помощью слов обобщает понятия не только о предметах, их свойствах, явлениях, а также о своих чувствах.

С помощью ***речи*** информация анализируется и обобщается, человек рассуждает, формулирует выводы. Речь нужна человеку для обучения и общения, вследствие чего от поколения к поколению может передаваться накопленный опыт. Ребенок способен к изучению языка от рождения. Если он по каким-либо причинам изолирован от человеческого окружения, то эта способность не реализуется.

ЗАПОМНИТЕ! Речь приобрела огромное значение в высшей нервной деятельности человека, основанной на тесных взаимодействиях двух сигнальных систем (рис. 182). Речь – это уникальное свойство человека, позволяющее с помощью знаков-символов (слов) не только озвучивать мысль, но и выражать ее в письменной форме.

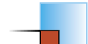
Речевые сигналы (звуковые – устные и зрительные – письменные) воспринимают слуховые и зрительные центры, расположенные преимущественно в левом полушарии. Эти нервные центры образуют единую функциональную систему, обеспечивающую восприятие и анализ разных форм речевых сигналов и их звуковое превращение.

Какие проявления высшей нервной деятельности человека? На все, что человек воспринимает из окружающей среды, он отвечает разными действиями – импульсивными (немедленными), непроизвольными или произвольными (сознательными). С развитием речи развивалось и мышление. Речь и мышление всегда находятся в неразрывной связи. **Мышление** – это функция коры больших полушарий головного мозга, позволяющая человеку с помощью символов (слов и образов) представить и выразить свое отношение к реально существующим и воображаемым предметам и явлениям окружающей среды, свои жизненные интересы.

Человек думает словами. Благодаря словам он способен создавать образы конкретных и воображаемых предметов и явлений, то есть у него развито **абстрактное мышление**. Например, слово «дерево» обобщает много конкретных пород деревьев: дуба, липы, березы и др. Человек при необходи-



Рис. 182. Взаимодействие двух сигнальных систем



мости способен возникшие временные связи «доставать» из памяти, создавать разнообразные их комбинации, обобщать увиденное и услышанное. Такой тип мышления присущ только человеку. Абстрактное мышление позволяет развивать свои природные способности, создавать культуру, заниматься наукой и т. п.

В процессе мышления головной мозг человека выполняет сложные **умственные операции**, используя понятия, суждения, умозаключения, результатом которых является предположения, прогнозы, принятие решений (рис. 183). Вы часто выполняете умственные операции на уроках во время усвоения нового учебного материала или его воспроизведения. Выполнение умственных операций зависит от индивидуальных особенностей мышления конкретного человека.

В проявлении **индивидуального мышления** большое значение имеет ***самостоятельность***: способность человека ставить новые задачи и решать их, прорабатывать самостоятельно полученную информацию, формировать свое собственное мнение и им руководствоваться.

Критичность мышления проявляется в способности человека не попадать под влияние чужих мыслей, оценивать позитивные и негативные аспекты явления или факта, обнаруживать ценное в них. Человек с критическим мышлением требовательно оценивает и свое собственное мнение, решение, поступки, самокритично относится к своим действиям.

Гибкость мышления проявляется в умении быстро менять свои действия при изменении ситуации. Человек с гибким мышлением намного быстрее адаптируется к изменениям в окружающей среде. ***Глубина мышления*** проявляется в умении проникать в сущность сложных вопросов, видеть проблему там, где ее не замечают другие, предугадывать возможные последствия событий и процессов. ***Широта мышления*** проявляется в способности охватывать широкий круг вопросов.

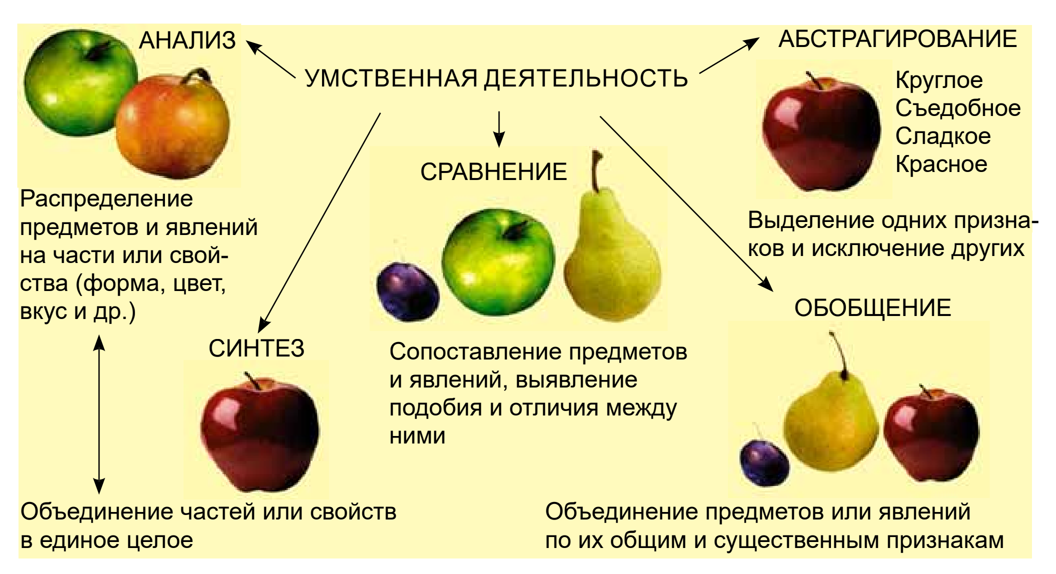


Рис. 183. Пример умственных операций (по М.А. Гализа, И.А. Домашенко). ***Задание***. *Пользуясь рисунком, охарактеризуйте умственные операции, которые человек выполняет ежедневно*

Последовательность мышления – умение соблюдать логическую последовательность при высказывании суждений, их обосновании. Чтобы придерживаться последовательного изложения учебного материала, нужно мысленно составить план его подачи.

Скорость мышления выражается в способности быстро разобраться в сложной ситуации и принять правильное решение.

Часто человек использует **воображение**. Это психические процессы, основанные на его опыте. В результате такой сложной работы мозга у человека формируется **представление** – наглядный образ предмета, явления, возможная схема решения, которую можно проверить в действиях, на практике.

Свое отношение к конкретным или воображаемым предметам либо событиям человек выражает с помощью ***эмоций***. Это субъективные переживания, в которых проявляется отношение человека к окружающему миру и к себе. Эмоции бывают *положительные* (радость, удовольствие, увлечение, любовь и т. п.) и *отрицательные* (ужас, гнев, отвращение и т. п.). Умение руководить своими эмоциями и поступками люди приобретают в процессе воспитания.

Во время познавания окружающего мира формируются ***ощущения***. Отображение в головном мозге целостного образа предмета или явления называют ***восприятием***. ***Внимание*** – процесс, в результате которого полученная информация становится доступной для анализа, то есть доходит до сознания. Устойчивость внимания повышается при активном осмыслении – ***сосредоточении***.

ЗАПОМНИТЕ! Вторая сигнальная система помогает обозначать словом не только непосредственные раздражители, но и сложные их взаимосвязи, оперировать словами во время анализа и синтеза явлений окружающего мира. Она обобщает сигналы первой сигнальной системы. Речь и мышление играют большую роль в становлении сознания человека, развитии его психики.

Что такое сознание? Каковы его физиологические основы? **Сознание** – это проявление высшей нервной деятельности, которое заключается в отражении действительности и произвольном регулировании взаимосвязей человека с окружающей средой, в частности с обществом. Развитие сознания стало возможным только благодаря общению людей между собой, коллективному труду. Таким образом, сознание – это результат не только функционирования высших отделов нервной системы (кора больших полушарий), но и общественной жизни человека (рис. 184).

Человек является единственным живым существом на Земле, которое способно осознавать не только то, что его окружает, но и себя, свое отно-

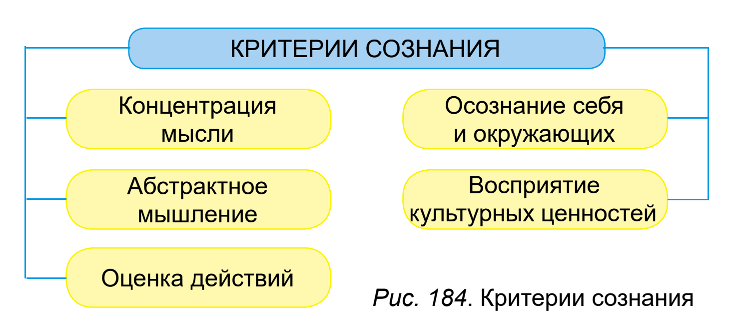


Рис. 184. Критерии сознания



шение к предметам и явлениям внешнего мира. Эта категория называется ***самосознанием***.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **первая сигнальная система, вторая сигнальная система, речь, мышление, абстрактное мышление, сознание.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Высшая нервная деятельность человека основана на анализе информации, поступившей в мозг через две сигнальные системы. Первая сигнальная система представлена органами чувств, вторая – словами. Действие слова как сигнала определяется его смысловым, а не звуковым значением. Речь является основой мышления, что присуще только человеку.
- Сознание – один из самых сложных психических процессов, который определяет отношение человека к окружающему миру. Сознание тесно связано с речью.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое сигнальные системы? 2. В чем заключается отличие между первой и второй сигнальными системами? 3. Как осуществляется речевая функция у человека? 4. Что такое мышление? Каковы физиологические основы мышления? 5. Что такое сознание?

Выберите один правильный ответ

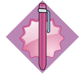
Укажите сигнал, который человек определяет по смысловому значению: а) звук; б) свет; в) слово; г) температура.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. I группа. Сигнальные системы. II группа. Значение второй сигнальной системы. III группа. Значение речи для человека. IV группа. Связь речи и мышления.



ПОДУМАЙТЕ. Так называемые «маугли» – дети, выросшие среди животных и попавшие в человеческое общество в возрасте старше 5 лет, обычно не овладевали речью. Почему?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните характеристики первой и второй сигнальных систем.

§ 50. ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ

Вспомните, что такое условные рефлексы, импринтинг.

Что такое обучение? Обучение – это приспособительные (адаптивные) изменения индивидуального поведения в результате предыдущего опыта. Оно основывается на психофизиологических процессах, которые постоянно происходят в головном мозге человека. С помощью условных рефлексов обучение делает поведение человека лучше приспособленным к любой внешней ситуации.

Различают следующие виды обучения: фиксация (импринтинг), привыкание, обучение путем «проб и ошибок», скрытое (латентное) обучение, озарение (инсайт). ***Фиксация***, или ***импринтинг***, – это свойство новорожденных и младенцев во время развития анализаторов фиксировать в памяти образы своих родителей, окружения и т. п. Они не только запоминают образ матери, поведение родителей, разные события, но и воспроизводят их. В дальнейшем эта приобретенная форма поведения превращается в сложную условно-рефлекторную деятельность.

Привыкание – самый древний и самый распространенный вид обучения. Привыкание происходит бессознательно. Нервная система через некоторое время перестает реагировать на повторяемые однообразные сигналы. Чем чаще применяют определенный раздражитель, тем быстрее происходит привыкание.

Обучение путем «проб и ошибок» детально описал американский психолог Е. Торндайк. Например, чтобы научиться плавать, приходится делать огромное количество попыток, допуская и ошибки. Со временем опыта становится больше и человек допускает меньше ошибок.

Скрытое, или ***латентное***, ***обучение*** направлено на удовлетворение непосредственной потребности, например в дополнительных знаниях. Во время чтения научно-популярного журнала или участия в кружках по интересам мы получаем информацию, которая, на первый взгляд, второстепенная, но со временем может иметь жизненно или профессионально важное значение.

Озарение, или ***инсайт***, – это высшая форма обучения, основанного на догадке, внезапном осознании существенного в структуре, ситуации в целом.

Что такое память и каковы ее виды? **Память** – комплекс процессов, происходящих в центральной нервной системе и обеспечивающих накопление, хранение и воспроизведение индивидуального опыта и опыта других людей, услышанного или прочитанного, переживаний и т. п.

Функциональное состояние памяти зависит от работы определенных участков коры больших полушарий головного мозга, в частности центров разных чувств и участков коры, отвечающих за зрительную, слуховую, двигательную память и т. п. Кроме того, кора лобной и височной долей отвечает за состояние памяти в целом. Все отделы коры замкнуты между собой цепочками нейронов. Импульсы, циркулирующие в них, вызывают изменение биосинтетической активности нервных клеток, что приводит к образованию биологически активных веществ – «носителей памяти». Для того, чтобы информация откладывалась в памяти, ее нужно повторять.

Как мы запоминаем? **Запоминание** – это закрепление в памяти определенных знаний. Различают запоминание механическое и осмысленное, непроизвольное и произвольное.

Механическое запоминание основывается на повторении материала без его осмысления. Оно требует усилий и много времени. При таком способе запоминания знания в памяти сохраняются недолго и вспомнить их в нужный момент очень трудно.

Осмысленное запоминание происходит тогда, когда человек осознает прочитанное, пытается понять, о чем идет речь, и запомнить суть учебного материала.

Непроизвольное запоминание происходит тогда, когда человек не ставит перед собой цель что-то запомнить (например, интересные необычные факты или объекты).

Произвольное запоминание требует определенных волевых усилий со стороны человека.

Все, с чем человек сталкивается в повседневной жизни, не исчезает бесследно, а хранится в мозге в виде ***следов пмяти***. Процесс запоминания можно поделить на этапы, отличающиеся продолжительностью сохранения информации (рис. 185).

Первый этап – сенсорная память – длится миллисекунды. За это время человек удерживает информацию на уровне сенсорных систем (зрительной, слуховой и т. п.). Высшие отделы мозга воспринимают сигналы, поступившие из окружающей среды. Если этого не происходит, то менее чем за секунду следы памяти стираются, и сенсорная память заполняется новыми сигналами.

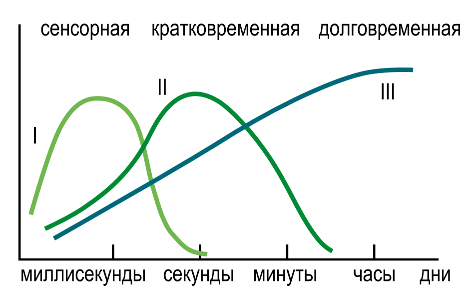


Рис. 185. График продолжительности разных видов памяти. ***Задание***. *Пользуясь графиком, объясните, как изменяется продолжительность разных видов памяти*

Второй этап – кратковременная память – длится от нескольких секунд до нескольких минут. Это время необходимо для решения мгновенных задач. Если информация не повторяется, она исчезает из памяти, не оставляя ощутимых следов. Установлено, что мозг человека одновременно может переработать и запомнить лишь определенный объем информации. Он составляет 7+2 информационных сигналов (слова, предметы, символы и т. п.). Например, мы легко запоминаем номер телефона, который, обычно, не превышает семи цифр.

Важная для человека информация из кратковременной памяти переводится в долговременную. Это *процесс объединения следов памяти*.

Третий этап – долговременная память – обеспечивает длительное сохранение знаний, образов, переживаний, которые запоминаются после многократного их повторения и воспроизведения. Это глубинная память, хранящая самое важное и необходимое. Информация, попав в долговременную память, может храниться часами, днями, месяцами, годами и даже в течение жизни человека. Особенно крепко закреплены в памяти события, произошедшие под воздействием сильных эмоций.

Таким образом, в памяти откладывается только часть полученной информации – долго хранятся основные понятия, обобщения, а также важная личная информация. Большинство информации забывается, что оберегает мозг от перегрузки.

Информацию в долговременной памяти можно классифицировать на процедурную и декларативную память. ***Процедурная память*** – это память на действие (что и как нужно делать). В ней чаще всего задействованы разные сенсорные (зрения, слуха, обоняния и т. п.) и двигательные центры мозга.

Декларативная память – это запоминание объектов, событий, эпизодов, лиц, мест и т. п. Формирование декларативной памяти связано с деятельностью внутренней поверхности височных долей больших полушарий, включая подкорковые структуры.

По характеру психической активности различают следующие виды памяти: двигательная (моторная), эмоциональная, образная, словесно-логическая (рис. 186).

Двигательная, или ***моторная***, ***память*** – это запоминание и воспроизведение движений. Является основой двигательных навыков и обычных движений, а также формирования разных практических действий и трудовых навыков. Благодаря этой памяти мы способны выполнять самые сложные движения: танцевать, писать, виртуозно играть на музыкальных инструментах и т. п.

ВИДЫ ПАМЯТИ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ, или МОТОРНАЯ (запоминание и воспроизведение движений)	ОБРАЗНАЯ слуховая, зрительная, вкусовая, обонятельная
ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ память чувств	СЛОВЕСНО-ЛОГИЧЕСКАЯ смысловая

Рис. 186. Виды памяти по характеру психической активности, преобладающей в деятельности. ***Задание.*** *Пользуясь схемой, назовите виды памяти по характеру психической активности, преобладающей в деятельности, охарактеризуйте их и объясните их значение для человека*

Образная память – это сохранение в памяти и воспроизведение когда-либо воспринятого жизненно важного объекта, его пространственного расположения, цвета, звуков и т. п. Она связана с определенной сенсорной системой, потому выделяют зрительную, слуховую, вкусовую, обонятельную образную память. Эти разновидности памяти имеют значение в самых разнообразных отраслях человеческой деятельности (*приведите примеры*).

Эмоциональная память хранит пережитые эмоции.

Словесно-логическая, или ***смысловая***, ***память*** – это запоминание и сохранение, а потом воспроизведение прочитанных или услышанных мыслей в словесной форме.

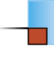
Выделяют также врожденную (видовую) и приобретенную память. ***Врожденная память*** проявляется в виде безусловных рефлексов, инстинктов, характерных для всех людей. ***Приобретенная (индивидуальная) память*** формируется в результате обучения. Ее механизмы обеспечивают сохранение и воспроизведение информации, приобретенной в течение жизни. Именно этот вид памяти имеет огромное значение для поведения человека. Без способности накапливать, хранить и воспризводить информацию невозможно планировать и осуществлять целесообразные действия, получать новые знания.

Разные виды памяти тесно взаимосвязаны.

Как мы вспоминаем? **Воспроизведение** – это процесс вспоминания определенных знаний и изложение их в логической последовательности. Оно связано с использованием памятных следов. Как и запоминание, воспроизведение может быть непроизвольным и произвольным. Толчок к ***непроизвольному воспроизведению*** может быть незначительный. Достаточно вспомнить, как вы пошли в первый класс, и сразу с этим событием возникнет ряд воспоминаний.

Для ***произвольного воспроизведения*** нужны волевые усилия, желание человека вспомнить что-то конкретное. Например, вы хотите вспомнить материал, который изучали на предыдущем уроке. Вспоминание в значительной степени зависит от того, как информация заложилась в память. Если вы хорошо усвоили материал, то и вспомните его легко, если плохо – на вспоминание тратится много усилий.

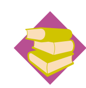
✿ *Ключевые термины и понятия:* **обучение, память, запоминание, воспроизведение.**





ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Память делят на врожденную, которая существует в виде безусловных рефлексов и инстинктов, и приобретенную, возникающую в процессе индивидуального развития человека.
- Запоминание бывает механическое и осмысленное. Память классифицируют по характеру целей деятельности (непроизвольная и произвольная); по характеру психической активности, преобладающей в деятельности (двигательная, эмоциональная, словесно-логическая, образная); по продолжительности хранения и закрепления материала (сенсорная, кратковременная, долговременная).



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое память? Какое значение она имеет в жизни человека? 2. Какие основные характеристики памяти? 3. Что такое запоминание? Какое преимущество имеет осмысленное запоминание? 4. Какие существуют виды сохранения информации в памяти? 5. Каковы особенности долговременной памяти?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите вид памяти, которая обеспечивает запоминание, хранение и воспроизведение движений: а) моторная; б) эмоциональная; в) образная; г) смысловая.
2. Выберите вид памяти, которая обеспечивает запоминание, хранение и воспроизведение чувств: а) моторная; б) эмоциональная; в) образная; г) смысловая.
3. Выберите вид памяти, которая обеспечивает запоминание, хранение и воспроизведение прочитанного: а) моторная; б) эмоциональная; в) образная; г) смысловая.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте виды памяти по характеру целей деятельности (непроизвольная и произвольная); по характеру психической активности, преобладающей в деятельности (двигательная, эмоциональная, словесная (смысловая), образная); по продолжительности хранения и закрепления материала (сенсорная, кратковременная, долговременная).



Исследовательский практикум. Исследуйте разные виды памяти.

§51. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое высшая нервная деятельность.

Существует связь между особенностями нервных процессов в организме определенного человека и типом высшей нервной деятельности, или темпераментом.

Какие существуют типы высшей нервной деятельности? И.П. Павлов экспериментально доказал, что тип высшей нервной деятельности определяется соотношением трех свойств нервной системы – силы, уравновешенности и подвижности нервных процессов: возбуждения и торможения. ***Сила нервной системы*** – это ее способность реагировать на сильные и очень сильные раздражители без торможения (рис. 187). ***Уравновешенность*** определяется равновесием между процессами возбуждения и торможения. ***Подвижность*** нервных процессов определяется скоростью перехода от возбуждения к торможению и наоборот.

Ученый выделил сильный тип высшей нервной деятельности и слабый. Сильный тип он разделил на уравновешенный и неуравновешенный. Людям

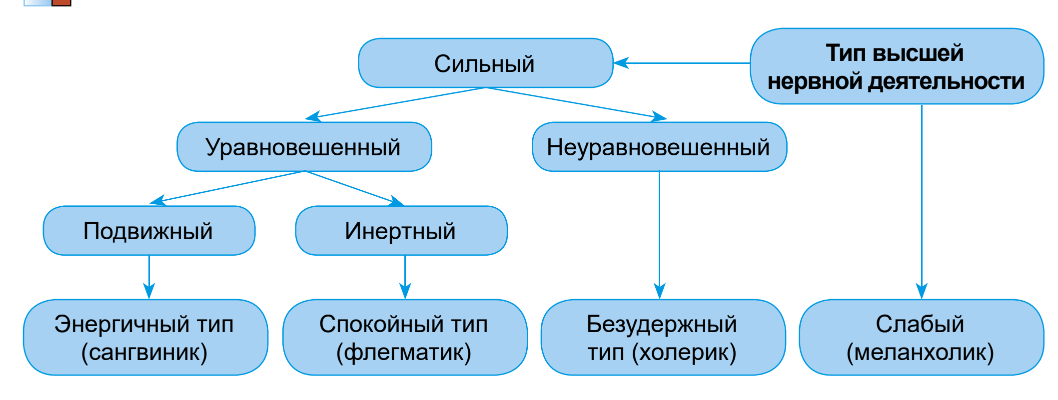


Рис. 187. Свойства нервной системы, комбинация которых определяет типы высшей нервной деятельности человека

с ***уравновешенным типом высшей нервной деятельности*** присуще равновесие между процессами возбуждения и торможения. Люди с большей подвижностью нервных процессов относятся к ***энергичному типу (сангвиники)***. Это активные настойчивые люди, которые умеют быстро перестраиваться при изменении вида деятельности. Если же у людей с уравновешенным типом высшей нервной деятельности низкая подвижность нервных процессов, мы имеем дело со спокойным типом. Люди ***спокойного типа (флегматики)*** более инертны. Такие люди имеют высокую энергию и работоспособность, но предпочитают более спокойную работу, медленно принимают решения.

У людей с неуравновешенным типом высшей нервной деятельности процессы возбуждения преобладают над процессами торможения. Это люди ***безудержного типа (холерики)***: они сильные, но неуравновешенные. Такие люди быстро увлекаются чем-то, но раздражительные и взрывные в своих эмоциональных проявлениях, что свидетельствует о преобладании процессов возбуждения над торможением. Наконец, у людей со ***слабым типом высшей нервной деятельности*** процессы возбуждения и торможения развиты слабо. Такие люди ***(меланхолики)*** отличаются общей слабостью и утомляемостью нервной системы. Они нерешительны, легко подчиняются чужой воле, боятся ответственности и часто самоизолируются.

Описанные четыре типа высшей нервной деятельности являются основными, но редко встречаются в чистом виде. Чаще всего наблюдаются промежуточные формы, с преобладанием того или иного типа.

Что такое темперамент и характер человека? Люди различаются по **темпераментам** – совокупности индивидуальных особенностей, физиологической основой которой является определенный тип высшей нервной деятельности (см. рис. 187). Основные компоненты темперамента: общая активность индивида, его подвижность (двигательная активность) и эмоциональность.

Мы уже вспоминали, что различают четыре основных типа темперамента: сангвинический (энергичный); флегматичный (спокойный); холерический (безудержный); меланхоличный (слабый). Темперамент – это индивидуальная характеристика человека, основанная на особенностях его психической деятельности (рис. 188).

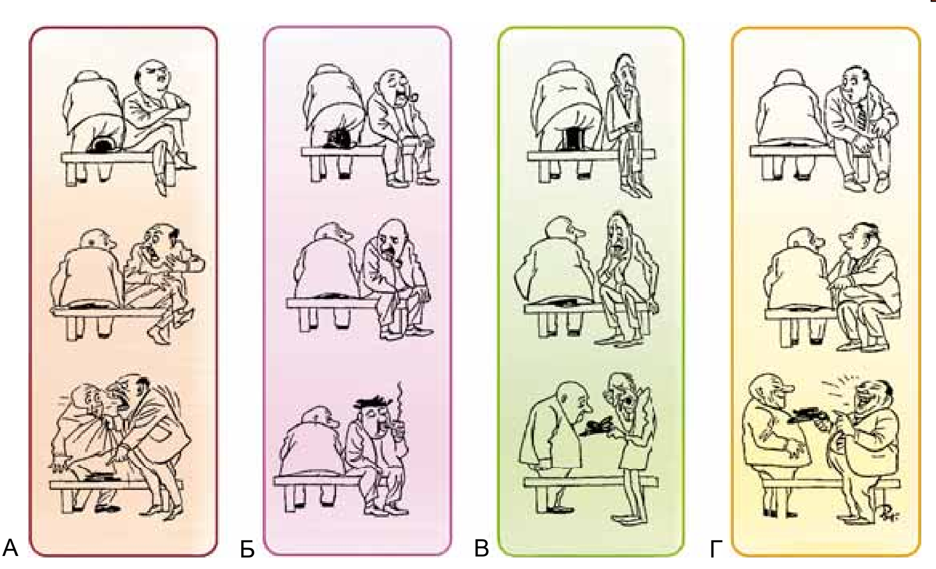


Рис. 188. Реакции людей с разным темпераментом на одну и ту же ситуацию. ***Задание.*** *Определите по рисунку тип темперамента человека в каждой ситуации*

Тип высшей нервной деятельности врожденный, но в процессе жизни под воздействием условий окружающей среды, а особенно социальных факторов, проявления темперамента меняются. Так формируется **характер** – совокупность относительно постоянных психических особенностей, которые проявляются в деятельности и духовной жизни человека.

Решающая роль в формировании характера принадлежит обучению, воспитанию и самовоспитанию. Существенное значение для достижения поставленной цели имеют *волевые качества*, которые развивают такие черты характера, как настойчивость, целеустремленность, решительность, сдержанность, дисциплинированность и т. п.

Оценить человека можно в первую очередь по ***отношению к работе***. В процессе выполнения работы проявляются разнообразные черты характера: инициативность, настойчивость, трудолюбие (или леность), стремление к преодолению трудностей (или страх перед трудностями), добросовестность, аккуратность и т. п.

Отношение к другим людям проявляется в межличностных отношениях и зависит от обстоятельств и оценивания поступков. По характеру взаимоотношений люди бывают искренними (или неискренними), открытыми (или замкнутыми), откровенными (или скрытными), чуткими (или нечуткими), доброжелательными (или недоброжелательными), доверчивыми (или недоверчивыми), хмурыми, вежливыми.

Отношение человека к самому себе зависит от уровня развития самосознания, способности оценивать себя.

В чем заключается функциональная специализация коры больших полушарий? Фундаментальной основой психофизиологической индивидуальности человека является функциональная специализация полушарий конечного мозга. В любом психическом процессе участвуют оба полушария. Рассмотрите рисунок 189. На нем показано, что в левом полушарии три центра речи:

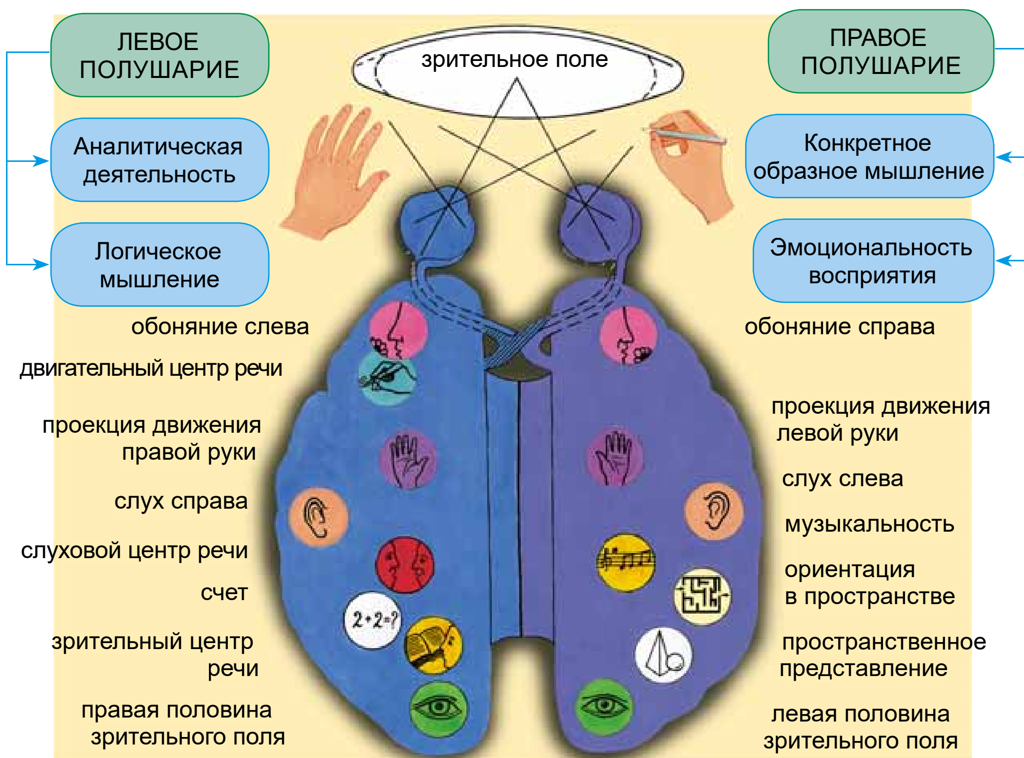


Рис. 189. Общая и функциональная специализация коры больших полушарий. ***Задание***. *По рисунку охарактеризуйте полушария головного мозга*

- *двигательный центр речи*, который обеспечивает возможность писать;
- *слуховой центр*, обеспечивающий возможность слышать и понимать речь другого человека;
- *зрительный центр речи*, или центр чтения и понимания письменной речи; счета (математические способности, логика, наука).

Левое полушарие больше приспособлено к аналитической деятельности и отвечает за логическое мышление человека, то есть за формулирование понятий, построение обобщений, выводов, составления прогнозов и т. п.

В **правом полушарии** находятся центры управления: ориентацией в пространстве (способность к танцам, гимнастике), центры, определяющие музыкальность (восприятие музыки), пространственное представление (скульптура, восприятие художественных произведений, живописи, фантазия). Таким образом, правое полушарие специализируется на обеспечении образного восприятия окружающей среды на основе прошлого опыта, на формировании личностного эмоционального отношения к себе, другим людям и к предметам; является основой конкретного образного мышления, эмоционального восприятия окружения.

К особенностям полушарий относится размещение центров проекции движения правой и левой руки. В левом полушарии находятся проекции движения правой руки, а в правом полушарии, напротив, – центры проекции движения левой руки. Эта функциональная особенность и делит людей на правшей и левшей.



Рис. 190. 1. Т.Г. Шевченко. 2. Леонардо да Винчи.
Задание. *Подготовьте рассказ об этих людях*

Способности определяются наследственно, но реализация их зависит от условий жизни, здоровья, учебы и воспитания. Различают общие и специальные способности. Благодаря общим способностям люди успешно овладевают разными видами деятельности. Среди выдающихся людей немало личностей с разносторонним развитием общих способностей: украинский поэт и художник Т.Г. Шевченко; итальянский живописец, скульптор, архитектор, ученый-естествоиспытатель, инженер Леонардо да Винчи (рис. 190) (*приведите собственные примеры*). Люди с общими способностями легко переходят от одной деятельности к другой. Люди со специальными способностями отдают предпочтение лишь определенному виду деятельности, а именно: занимаются только музыкой, живописью, литературой (например, австрийский композитор В.А. Моцарт, украинская художница Екатерина Билокур (рис. 191); *приведите собственные примеры*).

В профессиональной направленности, профессиональном отборе и профессиональном образовании значительное место, кроме способности и склонности, занимает ***одаренность*** – проявление возможностей организма человека (умственных, художественных, физических), которые значительно превышают средний уровень. Биологические (врожденные) факторы (особенности строения и функциональные свойства головного мозга и анализаторов) играют главную роль в проявлении одаренности. Чаще всего наследуется способность к абстрактному мышлению, пространственным представлениям – конструкторские, художественные способности и т. п. Но





Рис. 191. Екатерина Билокур и ее картина. ***Задание.*** *Подготовьте презентацию об этой выдающейся художнице*

следует знать, что биологические факторы определяют только задатки одаренности. Для проявления одаренности нужно, чтобы способности были вовремя замечены и развиты в процессах обучения и воспитания.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **темперамент, характер, способности, одаренность, привычки, навыки.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Биологической основой психофизиологической индивидуальности человека являются функциональные характеристики нервной системы. Функционально индивидуальность определяется силой, подвижностью и уравновешенностью нервных процессов. Эти характеристики являются основой развития темперамента. Темперамент является естественной основой характера. Характер – это совокупность относительно постоянных психических черт человека, которые выражаются в его поведении и жизнедеятельности.
- Фундаментальной основой психофизиологической индивидуальности человека является функциональная специализация полушарий конечного мозга.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Какие свойства нервных процессов определяют тип нервной системы? 2. Что такое характер человека? 3. Что такое способности? 4. Чем определяется одаренность человека? 5. Что такое функциональная специализация полушарий конечного мозга? 6. Какое влияние она имеет на формирование способностей человека?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите полушарие головного мозга человека, в котором расположен центр управления письмом: а) левое; б) правое; в) оба полушария.
2. Укажите полушарие головного мозга человека, в котором расположен центр проекции правой руки: а) левое; б) правое; в) оба полушария.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Как люди с разным типом темперамента проявляют себя в трудовой деятельности?



ПОДУМАЙТЕ. Кем вы хотите быть? К какому виду деятельности у вас есть способности?



Выполните ***исследовательский практикум.***

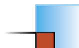
Определение личного типа высшей нервной деятельности

§ 52. БИОРИТМЫ ЧЕЛОВЕКА. СОН И БОДРСТВОВАНИЕ

Вспомните, что такое биоритмы, популяция, вид, экосистема, биосфера.

Что такое биологические ритмы? ***Биологические ритмы***, или ***биоритмы***, – это регулярные периодические количественные и качественные изменения жизненных процессов, которые происходят на всех уровнях жизни, – молекулярном, клеточном, органном, организменном, популяционно-видовом, экосистемном и биосферном.

Биологические ритмы делят на внутренние и внешние (рис. 192). ***Внутренние биологические ритмы*** связаны с изменениями интенсивности собственных процессов жизнедеятельности. Примерами ***внешних биологических ритмов*** являются сезонные, приливно-отливные и суточные.



Изменение сезонов связано с движением планет (в первую очередь, с вращением Земли вокруг Солнца), которое вызывает изменения светового режима, температуры, влажности воздуха. Суточные ритмы организмов вызваны вращением Земли вокруг собственной оси. Своеобразным «дирижером» биологических ритмов в организме человека является подкорковый центр, расположенный в гипоталамусе.

Суточные биоритмы контролируются «биологическими часами». Это приспособительний механизм, обеспечивающий способность живых организмов ориентироваться во времени.

Внутренние биологические ритмы тесно связаны с внешними, что согласовывает их с изменениями в среде обитания. Поэтому перестройка суточных ритмов часто сопровождается нарушением протекания физиологических процессов, пока внутренние биологические ритмы не синхронизируются с внешними. Например, когда человек попадает в другой часовой пояс, то у него возникает желание спать в те часы, в которые это происходило в привычном месте обитания. Но через определенное время человек приспосабливается к новому суточному ритму и начинает засыпать с наступлением темной части суток.

Важнейший суточный ритм человека – это чередование сна и бодрствования.

Что такое сон? **Сон** – это периодическое состояние нервной системы, сопровождаемое сложными физиологическими реакциями: временным отключением сознания, торможением двигательной активности, снижением всех видов чувствительности. Во время сна теряется активная связь с окружающей средой. Это происходит потому, что тормозятся условные



Рис. 192. Виды биоритмов и их причины. ***Задание.*** *Пользуясь схемой, назовите виды биоритмов и объясните причины их возникновения*

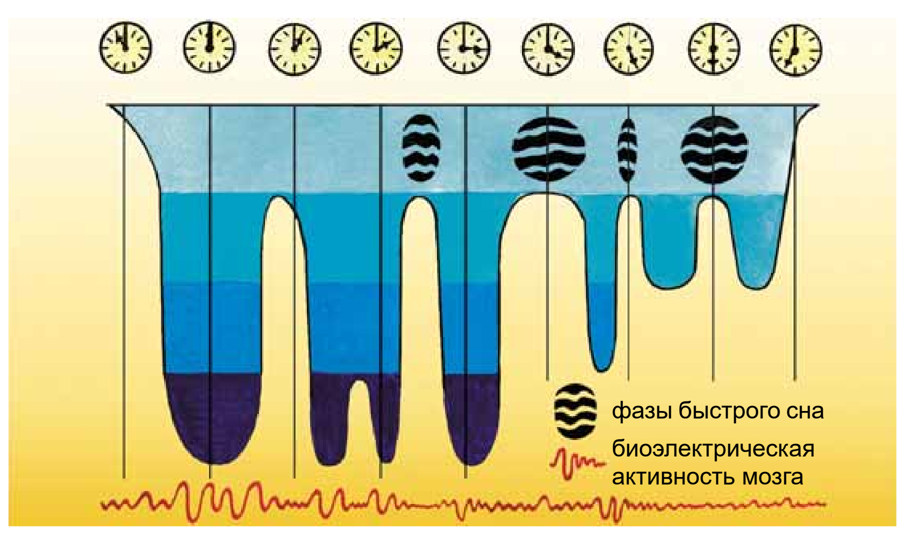


Рис. 193. Фазы сна человека на протяжении ночи

рефлексы и значительно ослабевают безусловные. Самыми характерными признаками состояния сна являются типичная электрическая активность клеток мозга и мышц, движения глаз.

Электрофизиологическими исследованиями установлено наличие двух фаз сна. Их названия отвечают характеру колебаний электрических потенциалов мозга – медленные и быстрые (рис. 193).

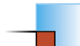
В состоянии ***медленного сна***, который наступает в результате засыпания, замедляется частота дыхательных движений и сокращений сердца, снижаются тонус мышц и температура тела, замедляется обмен веществ и энергии. Через 1–1,5 часа медленный сон сменяется ***быстрым*** – возрастает частота дыхательных движений и сокращений сердца, активизируется деятельность большинства внутренних органов, происходят непроизвольные движения глазных яблок и непроизвольные сокращения некоторых групп мышц. Фаза быстрого сна длится 10–15 минут и опять переходит в медленную фазу. За 7–8 часов сна происходит 4–5 таких циклов.

ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ! Кроме нормального (физиологического) сна, существует патологический сон, который наступает в результате действия на организм наркотиков, алкоголя, гипноза и т. п.

Человек пробуждается ото сна при поступлении сигналов из окружающей среды (свет, шум и т. п.) и от внутренних органов (сокращение стенок желудка при отсутствии в нем пищи, переполненного мочевого пузыря и т. п.).

Сон регулируется специальными структурами головного мозга (в частности, центры сна расположены в промежуточном мозге, а центры пробуждения – в стволе головного мозга).

Раньше считали, что сон – это спокойствие, необходимое для восстановления работоспособности. Действительно, после сна улучшается самочувствие, работоспособность, внимание и т. п. Это указывает на то, что происходят процессы восстановления в организме. Однако электрофизиологические исследования показали, что во время сна нейроны некоторых участков коры больших полушарий головного мозга (зрительной, моторной и т. п.)



находятся в состоянии ритмичной активности, то есть активность коры больших полушарий полностью не тормозится. По мнению ученых, во время сна в головном мозге накопленная информация обрабатывается, перераспределяется и запоминается.

Что такое сновидения? Во время сна возникают ***сновидения***. С давних времен они поражают и волнуют людей своей таинственностью. И.М. Сеченов называл их *небывалыми комбинациями былых впечатлений*. Характер снов определяется произошедшими событиями и переживаниями, которые образуют разные комбинации, часто фантастические по содержанию. Во время сна активизируется деятельность затылочных долей коры больших полушарий – части зрительной сенсорной системы. Реже сны связаны со слуховыми, обонятельными и другими ощущениями. В фазе быстрого сна возникают яркие и фантастические по содержанию сновидения, а в фазе медленного – более реалистичные и менее эмоциональные.

Еще в XVI столетии известный врач Парацельс придерживался мнения, что естественный сон должен длиться 8 часов. Он снимает усталость и придает бодрость человеку. Парацельс не советовал спать ни очень много, ни очень мало, а следовать солнечному циклу, то есть ложиться с закатом солнца и вставать с рассветом.

Биологическое значение сна заключается в необходимости восстановления энергетического потенциала и структуры нервных клеток, перевода информации в долговременную память. Потребность во сне является жизненно необходимой.

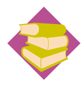
Сон может нарушаться в результате экологических влияний, информационных перегрузок, чрезмерной работы. Так возникает мучительная ***бессонница***. Недосыпание или бессонница негативно влияют на функциональное состояние человека. После продолжительной бессонницы у людей может наблюдаться ***микросон*** – чрезвычайно опасное явление, при котором человек периодически засыпает только на 1–3 с. У водителей микросон во время движения автомобиля может привести к автомобильной катастрофе.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **биоритмы, «биологические часы», сон, сновидения.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Сон – это функциональное состояние организма, во время которого тормозится деятельность коры конечного мозга. Сновидения возникают вследствие перекомбинации информации, которая хранится в мозге. Длительность и качество сна в норме определяется наследственной склонностью.
- «Биологические часы» – это генетически запрограммированный внутренний механизм, позволяющий организму измерять время и определяющий биологические ритмы. Нарушение сна может привести к бессоннице. Бороться с этим состоянием помогают прогулки на свежем воздухе перед сном, занятие спортом.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое биоритмы и какие существуют их виды? 2. Что такое сон? 3. Какие изменения в организме происходят во время сна? 4. Какие различают фазы сна? 5. Каково биологическое значение сна?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите тип биоритмов, к которым относится ритм «сон–бодрствование»: а) секундный; б) минутный; в) суточный; г) сезонный.
2. Укажите состояние скелетных и мимических мышц во время фазы медленного сна: а) не изменяются; б) расслаблены; в) напряжены.
3. Укажите электрическую активность мозга, совпадающую с его состоянием во время бодрствования: а) нейтральная; б) высокая; в) низкая.
4. Укажите фазу сна, во время которой возникают сновидения: а) медленный; б) быстрый; в) сновидения возникают в любой фазе сна.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Приведите примеры разных видов биоритмов.



ПОДУМАЙТЕ. Почему самый продолжительный сон у младенцев?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте свой режим дня на неделю, который будет способствовать здоровому сну.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Выберите вид памяти, ответственной за пережитые чувства: а) словесно-логическая; б) образная; в) моторная; г) эмоциональная.

2. Выберите правильное утверждение*:* 1) вторая сигнальная система – это совокупность нервных процессов, которые возникают под влиянием на органы чувств; 2) вторая сигнальная система – это условные рефлексы, выработанные на слова: а) первое утверждение верное; б) второе утверждение верное; в) оба утверждения верные; г) оба утверждения неверные.

3. К какому типу темперамента относятся люди, которым свойственны большая сила, подвижность, но неуравновешенность нервных процессов: а) сангвиники; б) меланхолики; в) холерики; г) флегматики?

4. Укажите безусловный рефлекс у новорожденного ребенка, который с возрастом угасает: а) сосательный; б) дыхательный; в) хватательный; г) чихание.

5. ***Решите задачу*.** Подсчитайте, во сколько раз информация, поступившая в мозг, превышает его информационную емкость, продолжительностью жизни 70 лет при активной деятельности 16 часов на протяжении дня, если считать, что в среднем поток информации составляет 20 бит/с: а) в 10 раз; б) в 20 раз; в) в 100 раз; г) в 200 раз.

6. ***Рассмотрите график****, изображенный на рисунке 186 (с. 236). Объясните, как изменяется продолжительность долговременной памяти и какое это имеет значение для человека.*

7. Обоснуйте понятие «критическое мышление» и составьте план его развития.

8. Олег считает, что на усвоение учебного материала влияет его повторение, Оксана оспаривает это мнение. Как проверить правильность их мнений?

9. Оксана увлеклась изучением поэзии Василия Симоненко и спустя некоторое время заметила, что ей стало легче решать задачи по физике. Почему?

Тема 10

РЕГУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Нормальная жизнедеятельность организма тесно связана с взаимосогласованной работой всех его физиологических систем. Это достигается благодаря деятельности регуляторных систем, к которым относятся нервная, эндокринная и иммунная.



§ 53. ПОНЯТИЕ О ГОМЕОСТАЗЕ И НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое гомеостаз, нервная и гуморальная регуляция. Каково строение сенсорных систем организма человека? Что такое нервы и нервные центры?

Какие механизмы регуляции жизненных функций организма человека? Важным условием нормального функционирования организма человека является поддержание ***гомеостаза*** – относительного постоянства внутренней среды, например: химического состава крови, определенной температуры тела, величины артериального давления и др. Гомеостаз организма человека поддерживается взаимодействием трех регуляторных систем: нервной, эндокринной и иммунной. Они обеспечивают функционирование сложного многоклеточного организма как единой целостной биологической системы и обуславливают его реакции на изменения условий внешней и внутренней среды. В частности, при необходимости усиливается или ослабевает деятельность органов и их систем, согласуется их действие, происходит их временное объединение для выполнения определенной функции.

Каковы общие принципы нервной регуляции? Подытожим ваши знания о нервной регуляции организма человека. **Нервная регуляция** имеет рефлекторный характер. Она обеспечивает быстрые реакции на действие разнообразных раздражителей внешней и внутренней среды.

Механизм нервной регуляции заключается в том, что специальные рецепторы воспринимают разные влияния (раздражения) внешней и внутренней среды. Нервные импульсы, которые имеют электрическую природу, передаются от рецепторов к определенным центрам центральной нервной системы. От них нервные импульсы поступают к рабочим органам, в результате деятельность соответствующих тканей и органов усиливается или тормозится. Таким образом, благодаря нервной системе организм человека способен быстро воспринимать раздражители окружающей среды, а также изменения в собственной внутренней среде и так же быстро на них реагировать.

АКТИВИЗИРУЙТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

Вспомните: длинные отростки нейронов (их еще называют *нервными волокнами*), собранные вместе, образуют *нерв*. Подавляющее большинство нервных волокон окружено оболочкой из жирообразного вещества, которое выполняет функцию изолятора. Благодаря таким оболочкам нервные импульсы проходят по нервам, как по кабелю, в определенном направлении. Нервы, передающие нервное возбуждение от центральной нервной системы к определенным органам, называют *двигательными* (*центробежными*), а те, которые проводят возбуждение от рецепторов к центральной нервной системе, – *чувствительными* (*центростремительными*). Большинство нервов имеют в своем составе как центростремительные, так и центробежные волокна, поэтому их называют *смешанными*.

Нейроны, участвующие в осуществлении определенного рефлекса, собраны в *нервные центры*. Совокупность структур нервной системы, принимающих участие в осуществлении определенного рефлекса, называют *рефлекторной дугой*.

Рефлекторные дуги большинства рефлексов проходят через центральную нервную систему. Центры более простых рефлексов расположены преимущественно в спинном мозге (например, коленный, мочеиспускания), более сложных – в головном. Головной мозг контролирует поведение человека и обеспечивает проявления высшей нервной деятельности, в частности психической.

Как вы помните, функционально нервную систему делят на соматическую и вегетативную. Соматическая нервная система руководит движениями скелетных мышц, воспринимает и проводит сигналы от органов чувств, обеспечивая связь организма с внешней и внутренней средой. Вегетативная нервная система регулирует работу внутренних органов (желудка, печени, почек, сердца, сосудов и т. п.), обмен веществ, состояние нервной системы в целом. Ее деятельность не находится под контролем сознания человека, отсюда ее второе название – *автономная*. К большинству органов подходят два вегетативных нерва – симпатический и парасимпатический. Сигналы, поступающие по каждому из них от центральной нервной системы, вызывают противоположное действие: один усиливает, другой – снижает активность органа.

ЗАПОМНИТЕ! Особенностями нервной регуляции являются: рефлекторный характер работы; значительная скорость действия; относительно непродолжительное время действия; направленность действия: от определенного нервного центра нервный импульс направляется к соответствующему рабочему органу.

Важную роль в обеспечении функционирования нервной системы играют синапсы.

Что такое синапсы? **Синапс** – это соединение между двумя нейронами или между нейроном и мышечной клеткой, через которое передаются нервные импульсы. Синапс имеет предсинаптическую и послесинаптическую части, мембраны которых обычно разделены синаптической щелью (рис. 194). Предсинаптическая часть – это булавовидное расширение окончания аксона

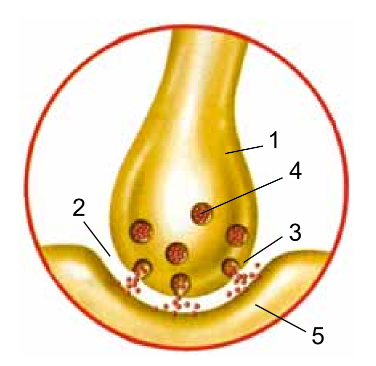


Рис. 194. Строение синапса: 1 – аксон; 2 – синаптическая щель; 3 – мембрана аксона (предсинаптическая); 4 – пузырьки с нейромедиатором; 5 – мембрана двигательного нейрона (послесинаптическая)



одной нервной клетки, послесинаптическая мембрана – участки другого нейрона или мышечной клетки, на которые передается возбуждение.

В предсинаптической части синапса находятся пузырьки со специфическим веществом, которое исполняет роль посредника, – нейромедиатором. ***Нейромедиаторы*** – это биологически активные вещества, с помощью которых нервный импульс (имеющий электрическую природу) передается с предсинаптической мембраны на послесинаптическую мембрану через синаптическую щель. К нейромедиаторам относятся такие соединения, как адреналин, норадреналин, гистамин, ацетилхолин и другие (о них вы узнаете позже).

Когда нервные импульсы доходят до синапса, пузырьки с нейромедиатором разрушаются. Он попадает в синаптическую щель, влияя на послесинаптическую мембрану клетки, принимающую информацию. Возбуждение через синаптическую щель передается очень быстро.

Есть синапсы, обеспечивающие ускорение передачи нервных импульсов, и такие, которые тормозят распространение возбуждения по сети нейронов, предотвращая расстройства в работе нервной системы.

Высокоразвитая нервная система человека обеспечивает его деятельность не только как биологического существа, но и как члена общества, потому что служит основой формирования речи и сугубо человеческих форм мышления, памяти, обучения, чувств.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **нервная регуляция, синапс, нейромедиаторы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Все физиологические процессы в организме человека подчинены нейрогуморальной регуляции. Нервная регуляция осуществляется с помощью нервной системы. Она воспринимает внешние раздражения и изменения внутренней среды и корректирует работу организма, обеспечивая его функциональное единство. Деятельность нервной системы основывается на рефлекторном принципе.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое нервная регуляция? 2. Как осуществляется нервная регуляция? 3. Какие структуры нервной системы участвуют в осуществлении нервной регуляции жизненных функций? 4. Что такое синапс?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите признак, характерный для нервной регуляции: а) включается медленно; б) действует медленно; в) сигналом служит нервный импульс; г) сигналом служат гормоны.
2. Назовите нервы, по которым нервные импульсы направляются от нервного центра к рабочим органам: а) вставочные; б) двигательные; в) чувствительные.
3. Назовите нервы, по которым нервные импульсы направляются от рецепторов к нервному центру: а) вставочные; б) двигательные; в) чувствительные.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Охарактеризуйте механизм нервной регуляции.



ПОДУМАЙТЕ. Какое биологическое значение процессов торможения в нервной регуляции?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте таблицу «Структуры, обеспечивающие нервную регуляцию процессов жизнедеятельности, их функции».

§ 54. ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

***Вспомните** из курса основ здоровья*, какие продукты питания содержат Йод. Что такое витамины? Что такое гормоны? Каково строение головного мозга человека?

Каковы общие принципы гуморальной регуляции? Вы помните, что гуморальная (эндокринная) регуляция физиологических процессов в организме человека происходит при участии биологически активных веществ, которые транспортируются кровью, лимфой и тканевой жидкостью.

Ведущая роль в процессах гуморальной регуляции принадлежит **эндокринной системе** (рис. 195). В ее состав входят железы внутренней и смешанной секреции. **Железы внутренней секреции** не имеют собственных выводных протоков, поэтому их секреты выделяются в кровь или лимфу. Железы, выделяющие свои секреты на поверхность тела (потовые) или в полость внутренних органов (слюнные), относятся к **железам внешней секреции**. Железы **смешанной секреции** функционируют и как железы внутренней, и как железы внешней секреции. Например, поджелудочная железа через проток выделяет в двенадцатиперстную кишку пищеварительный сок (*вспомните его состав и функции*), а также производит гормоны, регулирующие углеводный обмен.

Эндокринные железы производят вещества – ***гормоны***, которые в небольших концентрациях изменяют состояние организма, функции разных органов, обмен веществ. Подобно гормонам действуют ***нейрогормоны***. Их производят особые нейроны – ***нейросекреторные клетки***.

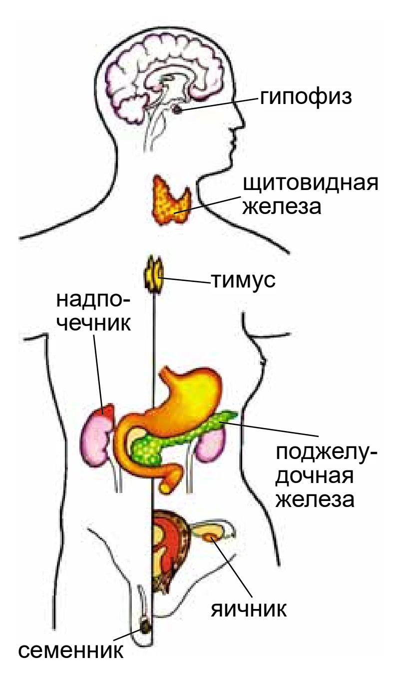


Рис. 195. Эндокринная система человека

Если определенные гормоны или нейрогормоны производятся в недостаточном количестве (так называемая *гипофункция*) или не производятся вообще, в функционировании организма происходят значительные нарушения. Такие заболевания называют ***эндокринными***. Избыточная выработка определенных гормонов и нейрогормонов также негативно влияет на организм (*гиперфункция*).

В отличие от нервной системы, которая обеспечивает передачу сигнала на значительные расстояния за короткое время, эндокринная система работает медленнее, однако ее действие продолжительнее.

Характерные особенности гуморальной регуляции:

- **дистанционное действие:** гормоны и нейрогормоны с током крови или других жидкостей могут перемещаться от мест своего синтеза к органам, на которые они влияют;
- **высокая биологическая активность:** эти соединения влияют на клетки, ткани и органы в незначительных концентрациях;

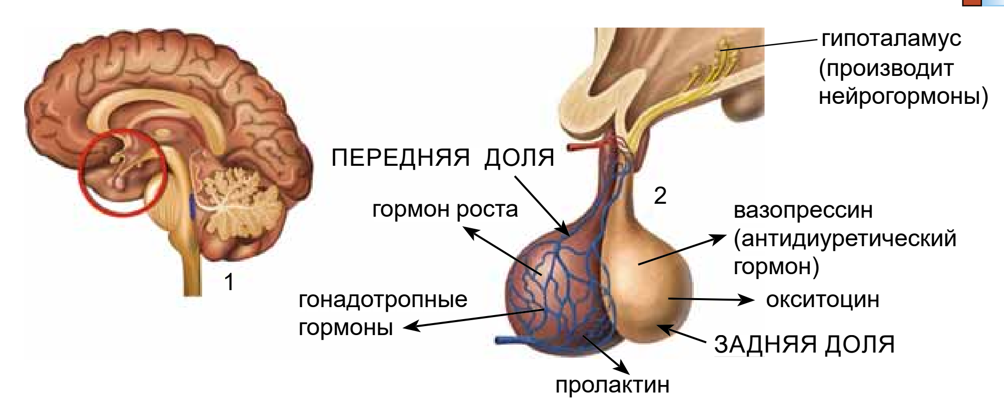


Рис. 196. Расположение (1) и функции (2) гипофиза

- **специфичность действия:** гормоны и нейрогормоны влияют только на определенные биохимические процессы, происходящие в тканях и органах.

Как регулируется деятельность эндокринной системы? Почти все железы внутренней секреции богаты нервными волокнами. Их деятельность контролируется импульсами, поступающими от нервной системы. Кроме того, деятельность одних эндокринных желез регулируется гормонами, которые выделяют другие эндокринные железы, или же нейрогормонами. Координационным центром деятельности эндокринных желез является гипоталамус (*вспомните:* это структура промежуточного мозга). Он получает сигналы от центральной нервной системы и анализирует их. В ответ на них гипоталамус выделяет в общий кровоток регуляторные нейрогормоны. По кровеносным сосудам они попадают в переднюю долю гипофиза – ведущей эндокринной железы внутренней секреции, расположенной в головном мозге непосредственно под гипоталамусом (рис. 196, 1). Под воздействием этих веществ гипофиз синтезирует гормоны, стимулирующие деятельность всех других эндокринных желез. Их называют тропными (от греч. *тропос* – поворот).

Каковы строение и функции гипофиза? **Гипофиз**, или **мозговой придаток** (рис. 196), связан с гипоталамусом с помощью тоненькой ножки. В гипофизе различают две доли: переднюю и заднюю. Одни гормоны передней доли регулируют деятельность других желез внутренней секреции (тропные гормоны), а другие – отдельные органы или организм в целом. Например, ***пролактин*** регулирует деятельность молочных желез.

Гормон роста (***соматотропный гормон***) влияет на развитие всего организма. При избыточной выработке этого гормона в детском возрасте наблюдают усиленный рост всего организма – **гигантизм** (рис. 197, 1). Если это происходит после завершения формирования организма человека, возникают значительные диспропорции всего тела и внутренних органов, например чрезмерно разрастаются отдельные части тела (нос, уши, конечности). Это заболевание называют **акромегалией** (рис. 197, 2). Нарушается обмен веществ, наблюдают расстройства психических функций. При гипофункции гипофиза в детском возрасте останавливается рост, происходит раннее окостенение хрящей. Такое заболевание называют **карликовостью** (рис. 197, 3).

Недостаточное количество ***гонадотропных гормонов***, стимулирующих развитие органов половой системы, вызывает нарушение в формировании половой системы человека (*инфантилизм*).







Рис. 197. Признаки нарушения функции гипофиза: 1 – гигантизм, 2 – акромегалия, 3 – карликовость

В заднюю долю гипофиза поступают нейрогормоны (вазопрессин, окситоцин), которые образуются в гипоталамусе. ***Вазопрессин,*** или ***антидиуретический гормон***, регулирует реабсорбцию воды в почках и тонус сосудов. ***Окситоцин*** стимулирует сокращение матки во время родов, выделение молока из молочных желез во время кормления младенцев.

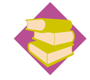
Таким образом, гипофиз, находящийся под контролем гипоталамуса, сам контролирует: производство гормонов щитовидной железой, функцию надпочечников, мужских и женских половых желез, а также рост тела и водный баланс.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **гуморальная регуляция, гормоны, нейрогормоны, гипофиз, гигантизм, акромегалия, карликовость.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Основу гуморальной регуляции функций организма обеспечивают гормоны, которые выделяют железы внутренней секреции, и нейрогормоны, производимые специализированными клетками нервной системы. Гормоны являются высокоспецифическими биологически активными веществами разной природы. Они действуют медленнее, но их действие продолжительнее. Им свойственна специфичность действия и дистанционность (влияют на органы, находящиеся далеко от того места, где они образовались).
- К эндокринным железам относятся железы внутренней и смешанной секреции. В процессе жизнедеятельности организма деятельность желез внутренней секреции может нарушаться (недостаток – гипофункция, излишек выработки гормонов – гиперфункция), что вызывает разные эндокринные заболевания. Деятельность эндокринных желез контролирует нервная система.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Как осуществляется гуморальная регуляция деятельности организма человека? 2. Какие железы называют железами внутренней секреции? 3. Какие железы называют железами смешанной секреции? 4. Какова роль гипофиза в регуляции деятельности эндокринной системы? 5. Как нервная и гуморальная регуляция взаимодействуют между собой?

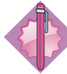
Выберите один правильный ответ

1. Укажите признак, характерный для гуморальной регуляции: а) включается достаточно быстро; б) действует быстро; в) сигналом служит нервный импульс; г) сигналом служат гормоны.

2. Укажите железу внутренней секреции, которую называют «дирижером» деятельности других желез внутренней секреции: а) гипофиз; б) щитовидная; в) надпочечники; г) поджелудочная.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте механизм гуморальной регуляции.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. ***Проект.*** 1. Подготовьте презентацию на тему «Гипофиз и его функции». 2. Составьте таблицу «Сравнения нервной и гуморальной регуляций».

§55. ЭНДОКРИННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

Вспомните роль поджелудочной железы в процессах пищеварения. Какие железы называют железами смешанной и внутренней секреции? Что такое гликоген?

Что такое эпифиз? В головном мозге находится еще одна крошечная эндокринная железа – **эпифиз (шишковидное тело)** (рис. 198). Она синтезирует гормон ***мелатонин***. Этот гормон регулирует кровяное давление, периодичность состояния сна и бодрствования, усиливает эффективность иммунной системы. Ученые допускают, что эпифиз выполняет роль внутренних часов, которые согласовывают изменения состояния организма с циклическими изменениями светлой и темной части суток.

Каковы функции щитовидной и прищитовидных желез? **Щитовидная железа** – самая крупная эндокринная железа нашего организма (рис. 199). Она состоит из левой и правой утолщенных частей, соединенных узким перешейком. Своей вогнутой частью железа прилегает к трахее и гортани (к ее щитовидному хрящу, откуда и происходит ее название). Щитовидная железа выделяет гормоны ***трийодтиронин, тироксин, тиреокальцитонин***, которые ускоряют обмен веществ, поглощение кислорода в тканях, обмен Кальция и Фосфора, регулирует развитие тканей (прежде всего костной) и функционирование нервной системы.

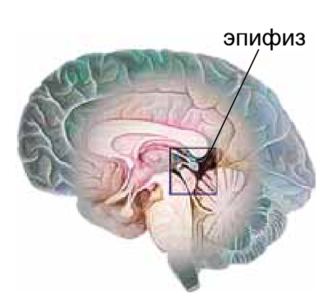


Рис. 198. Эпифиз

Недостаточная выработка гормонов щитовидной железы у взрослых вызывает заболевание микседему, а врожденное недоразвитие щитовидной железы у детей – кретинизм. **Микседема** сопровождается отеком кожи и подкожной клетчатки, выпадением волос, слабостью, сонливостью, а **кретинизм** – значительным отставанием в физическом и умственном развитии.

При гиперфункции щитовидной железы наблюдают увеличение ее размеров, пучеглазие, ускорение процессов обмена веществ, усиление теплообразования, повышение частоты сердечных сокращений, дрожание пальцев рук, повышенную психическую

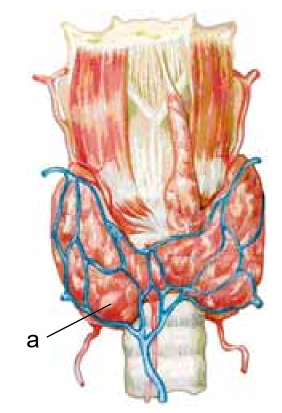


Рис. 199. Щитовидная железа (а)



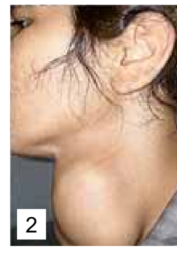


Рис. 200. 1. Больная базедовой болезнью. 2. Заболевание эндемический зоб

возбудимость, похудение **(базедовая болезнь)** (рис. 200, 1).

В состав гормонов щитовидной железы (тироксина, трийодтиронина) входит Йод. При недостатке Йода в воде и пище количество этих гормонов в крови снижается. Для поддержания нужного количества этих гормонов усиливается их секреция. Это вызывает увеличение размеров щитовидной железы, масса которой иногда достигает нескольких килограммов. Такое заболевание называют **эндемическим зобом** (рис. 200, 2).

Здоровье человека. Чтобы предупредить возникновение эндемического зоба, принимаются профилактические меры, основной из которых является йодирование поваренной соли. Йод входит в состав некоторых продуктов питания, например: бурой водоросли ламинарии (морская капуста), морской рыбы, грецких орехов, хурмы и т. п.

Паращитовидные (прищитовидные) железы – это четыре небольших тельца, расположенные на задней поверхности боковых частей щитовидной железы. Они образуют ***паратгормон***, который регулирует обмен Фосфора и Кальция в организме человека. Удаление этих желез приводит к смерти. При гиперфункции паращитовидных желез развивается болезнь, которая характеризуется болью в мышцах, костях и суставах, размягчением костей, резкой деформацией скелета. Минеральные компоненты вымываются из костной ткани и откладываются в мышцах и внутренних органах.

Каковы функции вилочковой железы? **Вилочковая железа,** или **тимус**, расположена за грудиной, потому ее еще называют **загрудинной** (рис. 201). Она состоит из двух частей, соединенных соединительной тканью. Наибольшую массу тимус имеет от раннего детского возраста и до периода полового созревания. В возрасте старше 16 лет масса железы постепенно уменьшается, ее ткани перерождаются. Гормон тимуса – ***тимозин*** – влияет на рост организма до половой зрелости и отложение в костях солей Кальция. Кроме того, тимус участвует в обеспечении иммунитета.

Каковы функции надпочечников? **Надпочечники** – парные железы, каждая из которых прилегает своим основанием к верхнему полюсу почки (рис. 202). Они состоят из коркового вещества более светлого цвета и мозгового вещества более темного, буроватого цвета. Гормоны коры надпочечников регулируют обмен углеводов, минеральных солей и воды, деятельность половой системы человека, участвуют в стрессовой реакции.

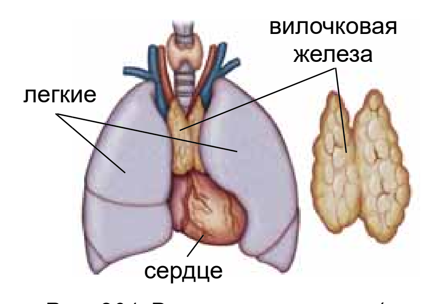


Рис. 201. Вилочковая железа (тимус)

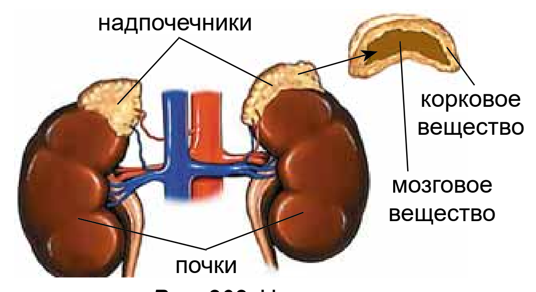


Рис. 202. Надпочечники

Главными гормонами мозгового вещества надпочечников являются адреналин и норадреналин. *Вспомните*: ***адреналин*** ускоряет ритм и повышает силу сердечных сокращений, сужает артерии, повышает кровяное давление, расслабляет мускулатуру бронхов, расширяет зрачок, стимулирует секрецию слюнных и слезных желез, значительно повышает уровень обмена веществ. ***Норадреналин*** является предшественником адреналина. Он также стимулирует работу разных органов.

Недостаточность коркового вещества надпочечников у человека известна под названием *аддисонова, или бронзовая, болезнь*. При гиперфункции коркового вещества надпочечников возникает болезнь, сопровождаемая нарушением обмена веществ: ожирением, дистрофическими изменениями в мышцах, костях и суставах, повышением артериального давления.

Рис. 203. Смешанная секреция поджелудочной железы

Какие существуют железы смешанной секреции? К железам смешанной секреции относятся поджелудочная железа и половые железы.

Поджелудочная железа вырабатывает как пищеварительный сок (внешняя секреция), так и гормоны (внутренняя секреция). Гормоны – инсулин и глюкагон – производят особые клетки, расположенные в поджелудочной железе в виде островков. ***Инсулин*** регулирует белковый, жировой и, самое главное, углеводный обмен в организме, стимулируя поглощение клетками глюкозы из крови и синтез гликогена в печени и мышцах. Недостаток инсулина приводит к **сахарному диабету**, который характеризуется повышением уровня глюкозы в крови и тканях организма. Наступает отравление продуктами неполного распада углеводов. ***Глюкагон*** действует противоположно инсулину. Он стимулирует расщепление гликогена и увеличение концентрации глюкозы в крови.

ЗАПОМНИТЕ! Когда в крови человека возрастает уровень глюкозы, то выделение инсулина увеличивается, а глюкагона – уменьшается. И наоборот, когда в крови снижается уровень глюкозы, резко уменьшается выделение инсулина и увеличивается выделение глюкагона. Следовательно, инсулин и глюкагон совместно регулируют постоянную концентрацию глюкозы в крови, что является одним из условий поддержания гомеостаза.

Здоровье человека. *Сахарный диабет* – опасное заболевание, которое развивается постепенно. Первичными признаками сахарного диабета является сухость слизистых оболочек (ротовой и носовой полости и т. п.), постоянное желание есть или, наоборот, его отсутствие; постоянная жажда, частые позывы к мочеиспусканию, особенно ночью. Чтобы защитить себя от развития этого заболевания, нужно избегать стрессовых ситуаций, рационально питаться, уменьшить употребление углеводов, заниматься посильной физической нагрузкой (физический труд, спорт), вести подвижный образ жизни и т. п.

В **половых железах**, мужских и женских, кроме развития половых клеток (внешняя секреция), вырабатываются гормоны (внутренняя секреция), влияющие на развитие и функцию половой системы человека.

В мужских половых железах – **семенниках** – образуются мужские половые гормоны – ***андрогены***. Самый активный среди них ***тестостерон***. Он стимулирует рост, развитие и функцию нормального мужского организма. В женских половых железах – **яичниках** – образуются и выделяются в кровь женские половые гормоны – ***эстрогены***. Они стимулируют развитие женских половых органов, вторичных половых признаков, регулируют женский половой цикл. Например, ***прогестерон*** готовит организм женщины к беременности.

Здоровье человека. Среди разнообразных медицинских препаратов известны и гормональные. Помните, что гормоны – это биологически активные вещества, которые регулируют процессы обмена веществ в организме. Самовольное употребление гормональных препаратов может нарушить обмен веществ и навредить здоровью.

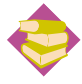
Кроме упомянутых эндокринных желез, в организме человека (особенно в желудочно-кишечном тракте) есть сотни эндокринных клеток, продуцирующих и выделяющих в кровь гормоны. Таким образом, эндокринная система занимает важное место в процессах общей нейрогуморальной регуляции функций организма человека.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **щитовидная железа, паращитовидные железы, тимус, надпочечники, поджелудочная железа, половые железы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

• Основные эндокринные железы – это гипофиз, щитовидная, паращитовидные, вилочковая (тимус), надпочечники, поджелудочная и половые. Ведущая роль среди них принадлежит гипофизу. Его гормоны регулируют развитие и работу других эндокринных желез. Железы смешанной секреции выполняют двойную функцию – выделяют свои секреты в полость тела, а гормоны – непосредственно в кровь. К таким железам относится поджелудочная и половые железы. Нарушение функциональной активности эндокринной системы вызывает ряд тяжелых заболеваний.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

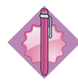
1. Какое значение для функционирования организма имеет щитовидная железа? 2. Какие необходимы профилактические меры во избежание заболеваний щитовидной железы? 3. Каково значение надпочечников? 4. Какова роль поджелудочной железы в регуляции обмена веществ? 5. Каковы функции половых желез? Какие гормоны они производят?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите заболевание щитовидной железы, которое возникает при недостатке в крови тироксина в раннем детском возрасте: а) микседема; б) кретинизм; в) базедова болезнь; г) эндемический зоб.
2. Выберите гормон, влияющий противоположно гормону инсулину: а) тироксин; б) глюкагон; в) тестостерон; г) вазопрессин.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте функции желез внутренней секреции, их влияние на процессы жизнедеятельности организма.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Подготовьте презентацию «Профилактика йододефицита в организме человека». Составьте памятку «Последствия бесконтрольного употребления гормонов».

§ 56. ИММУННАЯ СИСТЕМА. ИММУНИТЕТ СПЕЦИФИЧЕСКИЙ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ. ИММУНИЗАЦИЯ

Вспомните, что такое лизоцим, лейкоциты, иммунитет. Каковы функции красного костного мозга? Что такое лимфа? Каковы ее функции?

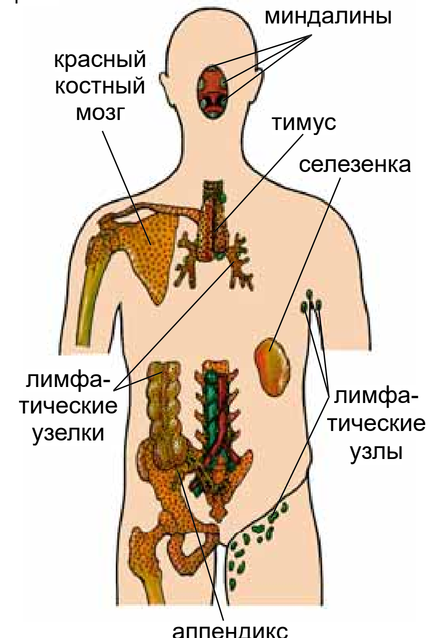


Рис. 204. Иммунная система человека

Иммунная система является одной из регуляторных систем нашего организма. Она сформировалась в процессе эволюции человека для обеспечения защиты его организма от внешней и внутренней биологической агрессии – инфекций и опухолей. Иммунная система также играет важную роль в поддержании гомеостаза.

ЗАПОМНИТЕ! **Иммунитет** – способность организма противодействовать возбудителям инфекционных и инвазийных (вызываемых животными) заболеваний, а также влиянию веществ с антигенными свойствами.

Антигены – это инородные для организма химические вещества, соединения, которые входят в состав вирусов, бактерий, паразитических эукариотов и т. п., способные вызвать защитную реакцию.

Что собой представляет иммунная система? **Иммунная система** – это система органов и тканей, которые защищают организм от инородных для него организмов и соединений (рис. 204). Ее составляющие узнают и уничтожают не только антигены, но и опухолевые клетки, измененные молекулы, созданные самим организмом. Выделяют центральную и периферическую части иммунной системы (рис. 205).

К ***центральной части*** иммунной системы относится красный костный мозг и тимус (вилочковая железа). Как вы помните, красный костный мозг является важнейшим кроветворным органом, а в тимусе созревают определенные типы лейкоцитов.

Периферические части иммунной системы – это селезенка, аппендикс, миндалины и лимфатические узлы. Так, в селезенке образуются определенные типы лейкоцитов. Она действует как фильтр против болезнетворных



Рис. 205. Структура иммунной системы. ***Задание.*** *Пользуясь схемой, назовите составляющие иммунной системы*

бактерий, инородных частиц, а также образует антитела. В аппендиксе находятся скопления лимфоидной ткани. В ее состав входят клетки, участвующие в осуществлении защитных реакций организма. Лимфатические узлы являются составляющей лимфатической системы.

Лимфатическая система вместе с кровеносной относится к транспортным системам организма. Через нее из тканей в вены возвращается вода с растворенными в ней веществами и часть лейкоцитов. Лимфа течет лишь в одном направлении – от тканей к сердцу.

В состав лимфатической системы входят лимфатические капилляры, лимфатические сосуды, лимфатические узлы и лимфатические органы (рис. 206). Они тесно взаимосвязаны между собой и обеспечивают образование лимфы и ее движение. ***Лимфатические капилляры*** по строению напоминают кровеносные, но большего диаметра. Стенки лимфатических капилляров состоят из одного слоя эндотелиальных клеток, которые, неплотно прилегая друг к другу, образуют поры. Это позволяет межклеточной жидкости с молекулами больших размеров (белков, липидов и т. п.) легко проникать внутрь лимфатических капилляров. Лимфатические капилляры на одном конце замкнуты, вторым открываются в лимфатические сосуды.

Лимфатические сосуды, так же как вены кровеносной системы, имеют клапаны, препятствующие обратному движению лимфы. По пути больших лимфатических сосудов расположены ***лимфатические узлы***. Они выполняют роль биологических фильтров, поскольку содержат способные к фагоцитозу клетки, которые задерживают и обезвреживают бактерии, другие инородные тела и ядовитые вещества белковой природы, производимые живыми организмами, – *токсины*.



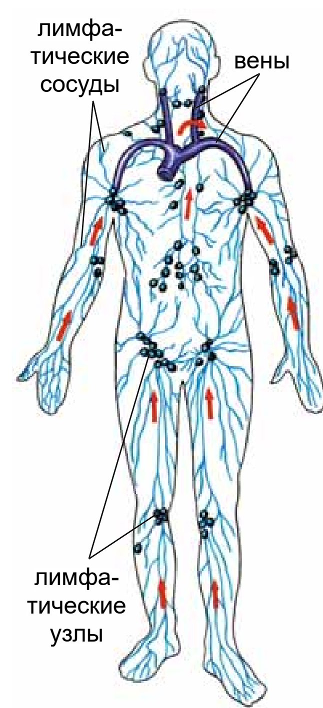


Рис. 206. Лимфатическая система

Какие различают виды иммунитета? В иммунной системе существует много способов выявления и обезвреживания антигенов. Эти процессы называют ***иммунным ответом***.

По происхождению иммунитет можно условно поделить на врожденный и приобретенный (рис. 207).

Врожденный (*неспецифический*) иммунитет наследуется от родителей и не зависит от того, контактировал раньше человек с возбудителем болезни или нет. Например, в организме человека не может паразитировать свинная аскарида.

Врожденный иммунитет обеспечивают следующие механизмы:

- целостность внешних покровов тела, слизистых оболочек дыхательных путей, пищеварительного тракта, стенок кровеносных сосудов, предотвращает проникновение в организм патогенных организмов;
- большое количество биологически активных веществ (фермент слюны лизоцим, защитные белки крови и т. п.);
- определенные типы лейкоцитов, способные к фагоцитозу.

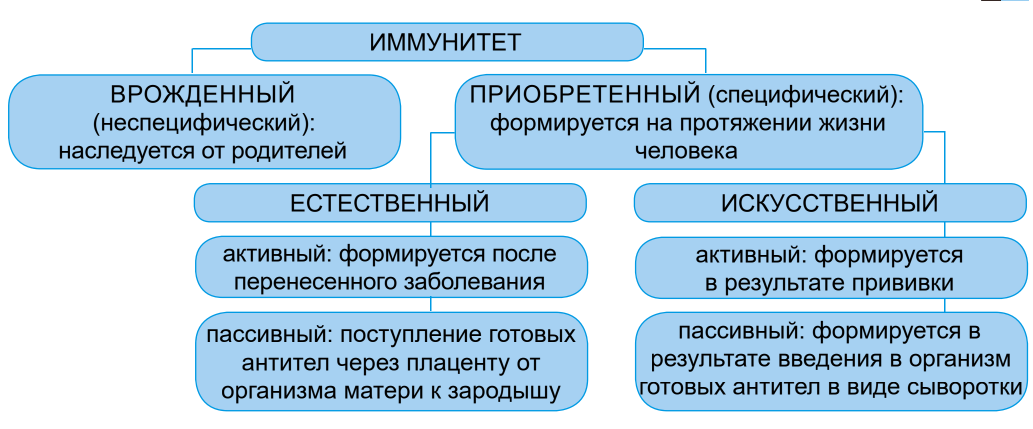


Рис. 207. Виды иммунитета человека

Приобретенный (*специфический*) иммунитет, в отличие от врожденного, формируется на протяжении жизни человека. Он может возникать после перенесенного заболевания (*активный естественный*) или после прививки (*активный искусственный*). *Приобретенный естественный пассивный иммунитет* формируется благодаря передаче антител от матери к ребенку через плаценту. *Приобретенный искусственный пассивный иммунитет* развивается после введения в организм готовых антител в виде лечебной сыворотки.

Приобретенный иммунитет формируется на конкретный антиген. При повторном заражении организм способен быстро на него реагировать. Приобретенный иммунитет обеспечивают определенные группы лейкоцитов (Т-лимфоциты осуществляют клеточный иммунитет, а В-лейкоциты – гуморальный иммунитет, вырабатывая антитела). Некоторые из лимфоцитов (их называют *клетками памяти*), встретившись с болезнетворными микроорганизмами, «запоминают» их строение и передают информацию об этом типе антигенов следующим поколениям Т-лимфоцитов. Они защищают организм только от тех микроорганизмов, которые «запомнили». Таким образом, приобретенный иммунитет включает три этапа: распознавание инородного (антигенного) объекта, интенсивное деление клеток, обеспечивающих защитные реакции, и иммунный ответ.

ЗАПОМНИТЕ! Компоненты неспецифического и специфического иммунитета действуют вместе, дополняя друг друга.

По механизму реализации защиты различают клеточный и гуморальный иммунитет. ***Клеточный иммунитет*** обусловлен способностью разных видов лейкоцитов к фагоцитозу возбудителей и разрушению зараженных клеток. Фагоцитарную теорию иммунитета разработал выдающийся украинский ученый И.И. Мечников (см. рис. 76). ***Гуморальный иммунитет*** обеспечивают особые белки, находящиеся в плазме крови, лимфе, тканевой жидкости, разнообразных секретах, лечебной сыворотке (например, антитела). Автором гуморальной теории иммунитета является немецкий ученый П. Ерлих (рис. 208).

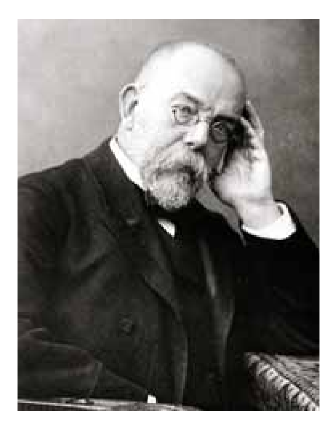


Рис. 208. П. Эрлих (1854–1915)

В 1908 г. И.И. Мечникову и П. Эрлиху за их открытия вручили Нобелевскую премию в отрасли физиологии и медицины.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **иммунная система, врожденный (неспецифический) иммунитет, приобретенный (специфический) иммунитет, естественный и искусственный иммунитет.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

● Одним из факторов сохранения биологической индивидуальности организма является иммунная система. Она защищает организм от негативных влияний внешней и внутренней среды. Иммунитет может быть врожденным (неспецифическим) и приобретенным (специфическим).



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Дайте определение понятия «иммунитет». 2. Из чего состоит иммунная система человека? 3. Что такое неспецифический иммунитет? 4. Что такое специфический иммунитет? 5. Какие виды специфического иммунитета вы знаете?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите ряд, в котором указаны органы центральной иммунной системы: а) красный костный мозг, селезенка; б) красный костный мозг, тимус (вилочковая железа); в) селезенка, лимфатические узлы; г) аппендикс, тимус (вилочковая железа).

2. Выберите правильные утверждения: 1) иммунитет – это способность организма защищать собственную целостность; 2) иммунитет – это способность организма защищать биологическую индивидуальность: а) первое утверждение правильное; б) второе утверждение правильное; в) оба утверждения правильные; г) оба утверждения неправильные.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте особенности неспецифического и специфического иммунитета и связь между ними.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Создайте презентацию на тему «Виды иммунитета».

§ 57. МЕХАНИЗМЫ ИММУННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА. АЛЛЕРГИЯ. СПИД И ЕГО ПРОФИЛАКТИКА

Вспомните типы иммунитета человека, форменные элементы крови.

Чем характеризуется клеточный иммунитет? **Клеточный иммунитет** обеспечивают определенные группы лейкоцитов. Как вы помните, ***лейкоциты*** – бесцветные клетки крови, имеющие ядро и способные к амебоидному движению. За счет такого движения определенные виды лейкоцитов могут проникать сквозь стенку кровеносных сосудов. Они движутся в направлении к бактериям, их токсинам, разрушенным клеткам собственного организма. Благодаря образованию ложноножек лейкоциты способны к фагоцитозу (рис. 209).

Лейкоциты разнообразны по особенностям строения клеток и свойствам. Большинство из них содержит в цитоплазме много гранул с биологически активными веществами. Их называют ***гранулоцитами***. Лейкоциты, лишенные таких гранул, относятся к ***агранулоцитам***. Гранулоциты делят на

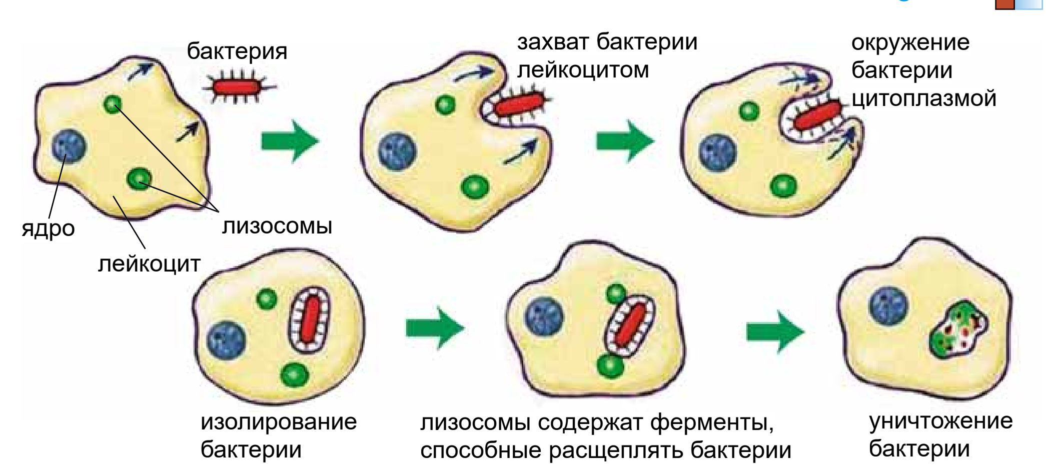


Рис. 209. Механизм обезвреживания лейкоцитом бактерии с помощью фагоцитоза. ***Задание.*** *Пользуясь рисунком, объясните значение фагоцитоза для жизнедеятельности организма*

нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. Основные функции *нейтрофилов*: осуществление фагоцитоза и внутриклеточное переваривание инородных объектов (например, болезнетворных бактерий), а также обезвреживание антигенов на расстоянии. Также они обеспечивают неспецифический иммунитет.

Эозинофилы обеспечивают иммунитет при заражении организма паразитическими червями (гельминтами); предотвращают проникновение антигена внутрь сосудов, связывая их в тканях; ослабляют развитие аллергических реакций. *Базофилы* также способны к фагоцитозу и участвуют в аллергических реакциях.

К агранулоцитам относятся моноциты и лимфоциты. *Моноциты* – самые крупные клетки крови. Один моноцит способен захватить и переварить несколько десятков бактерий. Основные функции моноцитов: синтез лизоцима, защитных белков интерферонов; осуществление фагоцитоза; обезвреживание опухолевых клеток; участие в механизмах специфического иммунитета.

Лимфоцитам, в отличие от других групп лейкоцитов, необходимо дозревание и специализация в лимфоидных органах (например, Т-лимфоциты – в вилочковой железе). Только после этого они способны выполнять свою главную функцию – обеспечение и поддержание специфического иммунитета.

При первой встрече в крови или тканевой жидкости с антигеном (например, бактерией) Т-лимфоцит распознает его структуру. Потом он начинает интенсивно делиться. При этом часть новообразованных клеток становится так называемыми *клетками-убийцами*, а часть – *клетками иммунной памяти*. «Клетки-убийцы», выделяя специфический белок, разрушают мембраны бактериальных клеток, уничтожая микроорганизмы. При повторном заражении организма этим видом бактерий защитный ответ происходит быстрее, поскольку в крови уже есть готовые Т-лимфоциты иммунной памяти.

Каковы механизмы гуморального иммунитета? Гуморальный иммунитет обеспечивается разными биологически активными веществами, в частности антителами и интерферонами. *Антитела* продуцируют *В-лимфоциты*.

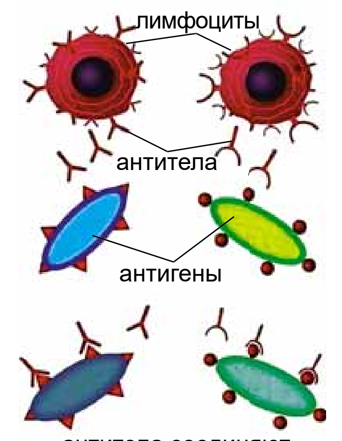


Рис. 210. Реакция антиген – антитело

У человека эти клетки созревают в миндалинах, аппендиксе, лимфатических узлах. После узнавания антигена В-лимфоциты делятся на клетки иммунной памяти и *плазменные клетки*, которые перемещаются в лимфатические узлы и начинают выделять антитела. Сначала эти антитела связаны с мембранами В-лимфоцитов, впоследствии, отрываясь от мембраны, они специфически соединяются с антигеном. Так образуется ***комплекс антиген–антитело*** (рис. 210). Компоненты неспецифического иммунитета активно реагируют на комплекс антиген–антитело и обезвреживают антиген.

Защитные белки *интерфероны* предотвращают размножение вирусов, обладают противоопухолевым и антибактериальным действием. Мощной антибактериальной активностью характеризуется *лизоцим* – фермент, содержащийся в слюне, слезах.

Здоровье человека. Одним из основных показателей состояния защитных систем организма является количественная характеристика лейкоцитов. Их количество может меняться в достаточно широких пределах: уменьшаться до 1,5–2 тыс./мкл (*лейкопения*) или увеличиваться до 15–20 тыс./мкл (*лейкоцитоз*). Важным является также соотношение разных типов лейкоцитов, так называемая ***лейкоцитарная формула***.

Что такое прививка и вакцинация? Мы уже вспоминали, что в некоторых случаях иммунитет можно создать искусственно – с помощью ***иммунизации*** – применения профилактической прививки или сывороток. Для ***прививки*** используют *вакцины*. Эти препараты состоят из ослабленных или убитых возбудителей болезней, продуктов их жизнедеятельности, отдельных антигенов. Примером таких вакцин является противодифтерийная, противотуберкулезная, противополиомиелитная и т. п. В ответ на их введение в организме образуются собственные антитела и клетки иммунной памяти, как и после перенесенных заболеваний. Человек становится невосприимчив к определенному заболеванию. Как вы помните, такой искусственный иммунитет называют *активным*.

Луи Пастер (рис. 211) – известный французский ученый, основатель современной медицинской микробиологии и иммунологии, разработал метод профилактических прививок против многих инфекционных заболеваний (сибирской язвы, бешенства и др.).

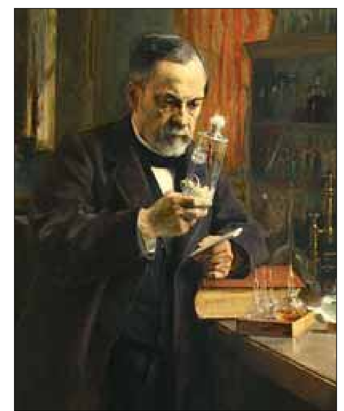


Рис. 211. Луи Пастер

Для образования *пассивного* искусственного иммунитета в организм человека вводят специальные ***сыворотки***, содержащие готовые антитела против соответствующего возбудителя. Их получают из крови животных, переболевших определенным заболеванием. Собственные антитела при этом в организме не образуются. Введение сывороток больному останавливает развитие

болезни и способствует скорому выздоровлению. К сожалению, пассивный искусственный иммунитет сохраняется только несколько месяцев.

ЗАПОМНИТЕ! Прививки осуществляют с целью предотвращения заболевания, а сыворотки вводят для лечения определенных заболеваний. Введение вакцины во время болезни может только усложнить ее течение.

Что такое аллергические реакции? Обычно иммунный ответ на попадание в организм антигена является полезным. Однако иногда такая иммунная реакция может быть чрезмерной или неадекватной. В таком случае развивается ***аллергическая реакция*** – повышенная чувствительность организма к какому-либо веществу (преимущественно белковой природы) – аллергену.

ЗАПОМНИТЕ! ***Аллергия*** – состояние повышенной чувствительности организма в ответ на действие аллергенов. ***Аллергены*** – вещества, вызывающие аллергические реакции в организме.

Обычно вещества, которые могут быть аллергенами, не представляют опасности для организма. К ним относятся: пыльца растений, шерсть животных, продукты питания, лекарственные препараты и т. п. Аллергическая реакция развивается при повторном попадании аллергена. Симптомы аллергической реакции – покраснение, отеки, зуд кожи, сильное сдавливание дыхательных путей.

Аллергены делят на внешние и внутренние. К *внешним аллергенам* относятся некоторые продукты питания (яйца, шоколад, цитрусовые), разные химические органические вещества, запахи (цветов, парфюмерии), лекарственные препараты (рис. 212). Подобные реакции могут возникнуть во время действия ядовитых веществ, укусов пчел, шмелей, других насекомых. *Внутренние аллергены* – собственные ткани организма, преимущественно с измененными естественными свойствами. Например, в случае ожогов или обморожений организм воспринимает омертвевшие ткани как инородные и образует к ним антитела.

Самым тяжелым проявлением аллергических реакций является *анафилактический шок*. Он может возникнуть в результате укусов насекомых, аллергии на пищевые продукты и лекарственные препараты и т. п. Такой тип аллергической реакции происходит бурно. Ее симптомами являются зудящие высыпания на коже, отек горла, снижение артериального давления.



Рис. 212. Аллергены, которые могут вызвать аллергию: 1 – некоторые пищевые продукты растительного происхождения (шоколад, цитрусовые, клубника, орехи); 2 – пыльца некоторых растений; 3 – некоторые лекарства. ***Задание.*** *Дополните этот перечень веществами, которые могут спровоцировать аллергию*

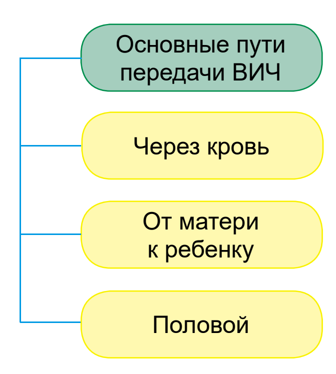


Рис. 213. Основные пути передачи ВИЧ-инфекции. ***Задание.*** *Пользуясь схемой, назовите основные пути передачи ВИЧ-инфекции*

Здоровье человека. Каждый человек должен знать, на что у него возникает аллергия, и избегать контактов с аллергеном.

Большинство инфекционных заболеваний, с которыми до последнего времени сталкивалось человечество, появилось достаточно давно. К одним из них у человека выработался естественный иммунитет. С некоторыми люди научились бороться, создавая искусственный иммунитет. Однако в конце XX ст. был выявлен вирус, действие которого направлено против самой иммунной системы. Эту чрезвычайно опасную болезнь назвали «синдром приобретенного иммунодефицита».

Что такое СПИД? СПИД – синдром приобретенного иммунодефицита – заболевание, вызванное вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Вспомните, пользуясь схемой, основные пути передачи ВИЧ-инфекции (рис. 213).

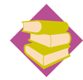
Чрезвычайно опасным является то, что человек – носитель вируса – может заболеть через много лет, за это время инфицируя других людей. Общение с ВИЧ-инфицированными людьми на бытовом уровне безопасно для окружающих. Преследование ВИЧ-позитивных считается нарушением прав человека.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **естественный иммунитет, искусственный иммунитет, иммунизация, вакцина, лечебная сыворотка, аллергия.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Для предотвращения инфекционных заболеваний делают прививку – вакцинацию. Для лечения некоторых инфекционных болезней используют лечебную сыворотку.
- Активность иммунной системы может быть разной: чрезмерная чувствительность к некоторым веществам вызывает аллергию, недостаточная – иммунодефицит.
- Вещества, вызывающие аллергию, называются аллергенами.



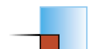
ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое иммунизация? 2. Чем вакцина отличается от лечебной сыворотки? 3. Что такое аллергия? Какие признаки аллергической реакции ? 4. Почему появление аллергической реакции является опасным для жизни человека? 5. Что такое СПИД? Какие самые известные пути распространения ВИЧ-инфекции?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите внутренние аллергены: а) продукты питания (яйца, шоколад, цитрусовые); б) запахи (цветов, парфюмерии); в) лекарственные препараты; г) собственные ткани организма во время ожогов.
2. Выберите возможные пути заражения ВИЧ-инфекцией: а) воздушно-капельный; б) переливание крови; в) употребление зараженных продуктов питания; г) рукопожатие.




ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Что такое иммунизация, виды иммунизации и какое ее значение для сохранения здоровья человека?


ПОДУМАЙТЕ. 1. В начале возникновения эпидемии гриппа источники массовой информации призывают делать вакцинацию. Целесообразно ли вводить противогриппозную профилактическую вакцину? Какое это имеет значение для сохранения здоровья человека? 2. Почему мероприятия по борьбе со СПИДом следует проводить в международном масштабе?


ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. 1. Выясните, какую иммунизацию проводили вам. Какие вакцины вам вводили и почему? 2. Пользуясь разными источниками информации, в том числе и Интернетом, оформите презентацию «Статистические данные по заболеванию СПИДом в разных регионах Украины».

§58. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА. СТРЕСС И ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ЕГО ВЫЗЫВАЮТ

Вспомните строение и функции промежуточного мозга. Что такое гипофиз и гипоталамус? Каковы их функции? Что такое гормоны и нейрогормоны?

Тесная связь между нервной и эндокринной системами осуществляется благодаря взаимодействию структуры промежуточного мозга гипоталамуса и ведущей эндокринной железы, тоже связанной с промежуточным мозгом, – гипофизом. Так возникает гипоталамо-гипофизарная система.

Какова роль гипоталамо-гипофизарной системы в регуляции деятельности организма человека? К гипоталамусу от нервных клеток других отделов головного мозга поступают соответствующие сигналы. В ответ нейросекреторные клетки гипоталамуса выделяют нейрогормоны, которые по кровеносным сосудам с током крови попадают в переднюю долю гипофиза (см. рис. 196). Там нейрогормоны стимулируют или тормозят выработку определенных гормонов, влияющих на деятельность других эндокринных желез. Таким образом, деятельность гипофиза находится под контролем гипоталамуса.

В работе единой гипоталамо-гипофизарной системы заложен **принцип прямой** и **обратной связи**. Когда какая-либо железа внутренней секреции начинает выделять очень мало или, наоборот, слишком много гормонов, гипоталамус реагирует на такие отклонения от нормы их содержания в крови. Эту информацию он передает в гипофиз, который благодаря выделению определенных гормонов усиливает или ослабляет функцию соответствующей железы внутренней секреции. Например, гипофиз выделяет ***тиреотропный гормон***, стимулирующий деятельность щитовидной железы. Под воздействием этого гормона щитовидная железа производит гормон – тироксин (трийодтиронин), который влияет на все органы и ткани организма. Тироксин влияет и на гипофиз, для которого это является сигналом о результате его деятельности. Таким образом, если тиреотропный гормон гипофиза стимулирует деятельность щитовидной железы (это прямая связь), то тироксин тормозит деятельность гипофиза, уменьшая образование тиреотропного гормона (это обратная связь).

Интеграция нервной и гуморальной регуляции в организме особенно ярко проявляется во время возникновения стрессовых реакций.

Что такое стресс? Стресс – это состояние организма, возникающее в ответ на действие неблагоприятных внешних или внутренних ***стресс-факторов***. Стресс-фактор может быть любого происхождения – жара или холод, яд, инфекция, потеря крови, сильное эмоциональное потрясение и т. п. С физиологической точки зрения стресс является нейрогуморальной реакцией, направленной на приспособление организма к необычным для него условиям.

В ситуациях, вызванных чрезмерной интенсивностью определенных внешних или внутренних факторов, возникает необходимость мобилизации всех сил организма, интенсивной работы разных систем органов, значительных расходов энергии, активизации умственной деятельности и т. п. С такими обстоятельствами приходится сталкиваться спортсменам во время соревнований, бойцам на войне, в аварийных ситуациях – водителям, пилотам, морякам и т. п. Каждый человек может оказаться в таком состоянии, когда нервная и эндокринная системы должны повлиять на деятельность организма, чтобы помочь приспособиться к новым, необычным обстоятельствам, поддержать гомеостаз.

В организме существуют совершенные механизмы поддержания гомеостаза. Но если действие определенных факторов слишком сильное, продолжительное и необычное, тогда развивается *синдром*[1] *общей адаптации* – настройка организма для переживания чрезвычайной ситуации.

Какие механизмы реакции организма на стресс? Появление стрессового состояния регистрирует гипоталамус. Его рецепторы реагируют на изменения химического состава, температуры и кровяного давления. В случае стресса он запускает ряд реакций, вызывающих синдром общей адаптации.

Как пример рассмотрим стресс, вызывающий реакцию тревоги. В синдроме общей адаптации можно выделить три стадии. Сначала возбуждается кора полушарий конечного мозга. Оттуда нервные импульсы направляются к гипоталамусу. Вследствие стимуляции гипоталамусом симпатических нервов вызывается ***реакция тревоги***. При этом физические действия обычно отсутствуют, но большое количество глюкозы и кислорода с кровью попадает к структурам, играющим самую главную роль в противостоянии опасности:

головному мозгу, чтобы осуществлять четкое управление организмом;

скелетным мышцам, с помощью которых, возможно, придется отбивать атаку или убегать;

сердцу, которое должно интенсивно работать, чтобы снабжать органы достаточным количеством питательных веществ;

бронхам, которые расширяются, увеличивая легочную вентиляцию;

потовым железам кожи, усиливающим потоотделение;

зрачкам, чтобы их расширить и т. п.

Нейрогормоны, выделенные гипоталамусом, активизируют деятельность гипофиза, который производит тропные гормоны. Влияние этих гормонов стимулирует функцию надпочечников и выделение ими гормона адреналина, влияющего на деятельность определенного отдела нервной системы (рис. 214).

[1] Синдром – совокупность признаков определенного заболевания или состояния организма.

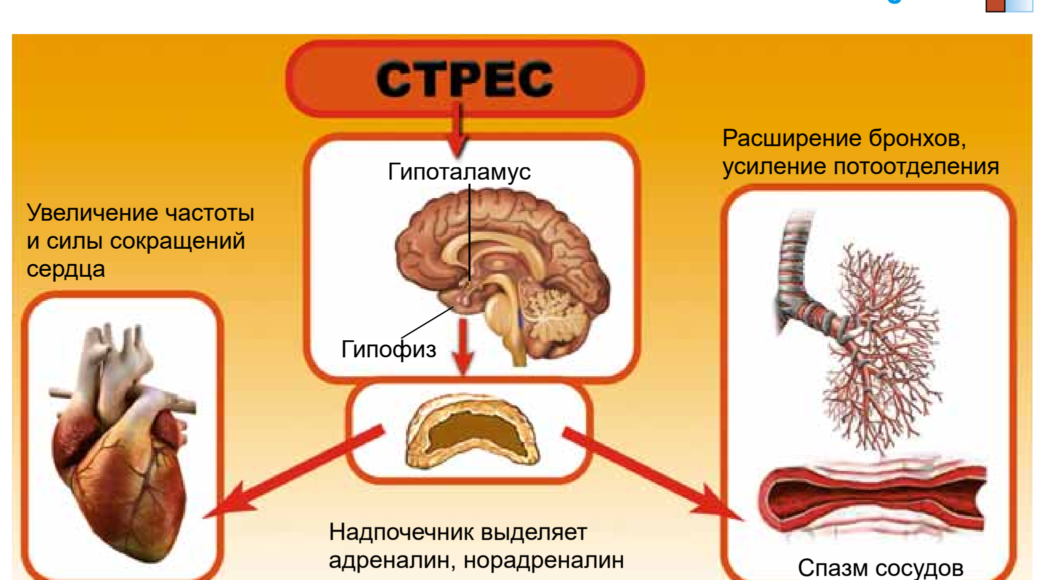


Рис. 214. Механизм развития стресса. ***Задание***. *Пользуясь схемой, объясните, какие процессы происходят в органах во время стресса*

На ***стадии сопротивления*** организм мобилизирует свои ресурсы, чтобы преодолеть стрессовую ситуацию. Увеличивается количество гормонов, антител, поступающих к пораженному участку, часть гликогена превращается в глюкозу, которая интенсивно расщепляется, пополняя энергетические запасы организма. Симпатический отдел автономной нервной системы готовит организм к борьбе или бегу. При этом активно работает и головной мозг. Обычно мы успешно выдерживаем эту стадию и возвращаемся к нормальному состоянию. Но если организм не справляется со стрессом, наступает ***стадия истощения***, которая может привести к тяжелому заболеванию.

Таким образом, во время стресса организм человека мобилизирует свои защитные силы, что способствует приспособлению к изменчивым условиям жизни. Без определенного уровня стресса невозможна любая активная деятельность человека.

Как влияют на регуляторные системы организма наркотические вещества, алкоголь и курение? Наркотики – химические соединения, воздействующие на психическое состояние человека. Они вызывают кратковременное улучшение настроения, в некоторых случаях – *галюцинации*. Это болезненное состояние, при котором возникают образы и ощущения (слуховые, зрительные и т. п.), не связанные с внешними раздражителями, однако определенное время воспринимаемые как реальные. Болезненная тяга к употреблению наркотиков называется ***наркомания***, а человек, употребляющий наркотики, – наркоман.

Наркотические вещества ухудшают проведение нервного импульса по нервам. Именно на этом основано действие определенных наркотиков, способных снимать боль. Наркотики пагубно влияют и на гуморальную регуляцию. Длительное потребление их приводит, в частности, к недостаточной выработке половых гормонов.

При постоянном употреблении алкоголя меняется психика человека, ведь алкоголь ускоряет гибель нейронов (на каждые употребленные 100 г алкоголя погибает 33 000 нейронов). Вследствие этого происходит деградация личности, разрушаются семьи, человек теряет работоспособность и т. п.

Плохо влияет на нервную и гуморальную регуляцию функций организма и курение. Во время курения образуется дым, содержащий много вредных веществ – угарный газ, смолы, радиоактивные вещества, никотин и др.

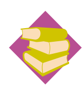
ЗАПОМНИТЕ! Очень важно в подростковом возрасте не попасть под разные негативные влияния. Жизнь многогранна и возможности, заложенные в каждом человеке, нужно реализовывать благодаря учебе, интересной трудовой деятельности, спорту.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **гипоталамо-гипофизарная система, стресс, стрессовые факторы.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Регуляция функций в организме обеспечивается взаимосогласованной деятельностью нервной системы и гуморальных факторов. Гипоталамус и гипофиз образуют единую гипоталамо-гипофизарную систему, влияющую на другие железы внутренней секреции.
- Стресс – это состояние организма, проявляющееся в ответ на действие внешних или внутренних факторов (стресс-факторов). Активная деятельность человека невозможна без определенного уровня стресса. Он повышает приспособительную возможность человека. Негативно влияет на организм длительное действие стрессовых факторов. Для противодействия стрессам в организме человека существуют механизмы, обеспечивающие гомеостаз. Стресс имеет стадии: тревоги, сопротивления и истощения.
- Алкоголизм, наркомания и курение пагубно влияют на нервную и эндокринную системы человека, вызывают тяжелые заболевания и смерть.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. В чем заключается интеграция нервной и гуморальной регуляции? 2. Что такое стресс? Каково его значение в жизни человека? 3. Как реагируют нервная и эндокринная системы на действие стрессовых факторов?

Выберите один правильный ответ

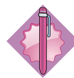
1. Укажите железу внутренней секреции, которая руководит деятельностью других желез внутренней секреции: а) гипофиз; б) щитовидная; в) поджелудочная железа; г) эпифиз.
2. Укажите гормон, обеспечивающий мобилизацию всех ресурсов организма в стрессовых ситуациях: а) инсулин; б) адреналин; в) тироксин; г) тестостерон.
3. Укажите железу, которая активизирует выделение гормонов во время возникновения стресса: а) тимус (вилочковая); б) гипофиз; в) надпочечники; г) щитовидная.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Каково значение гипоталамо-гипофизарной системы?



ПОДУМАЙТЕ. Почему считается, что некоторые стрессовые ситуации позитивно влияют на организм?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Составьте памятку «Как защитить свой организм от стрессогенных факторов?».



САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Укажите железу смешанной секреции: а) поджелудочная железа; б) надпочечники; в) щитовидная железа; г) гипофиз.

2. Укажите химический элемент, необходимый для синтеза гормонов щитовидной железы: а) Феррум; б) Цинк; в) Йод; г) Сульфур.

3. Укажите гормон поджелудочной железы, влияющий на расщепление гликогена до глюкозы: а) тироксин; б) инсулин; в) глюкагон; г) трийодтиронин.

4. Выберите условие, при котором может возникнуть эндемический зоб: а) гипофункция поджелудочной железы; б) гиперфункция поджелудочной железы; в) гипофункция щитовидной железы; г) гиперфункция щитовидной железы.

5. Укажите ряд гормонов поджелудочной железы, которые являются антагонистами при регуляции содержания глюкозы в крови: а) инсулин и тироксин; б) тестостерон и глюкагон; в) инсулин и глюкагон; г) прогестерон и тестостерон.

Образуйте логические пары

6. ***Установите соответствие*** между железами и гормонами, которые они образуют:

А надпочечники	**1** мелатонин
Б паращитовидные железы	**2** адреналин
В щитовидная железа	**3** паратгормон
Г эпифиз	**4** тироксин
	5 окситоцин

Выберите три правильных ответа

7. Составьте характеристику поджелудочной железы.

А Расположение в организме	**Б** Образует гормон	**В** Заболевание, вызванное нарушением функции железы
1 в головном мозге **2** над почками **3** под желудком	**1** тироксин **2** глюкагон **3** адреналин	**1** микседема **2** гигантизм **3** сахарный диабет

8. Во время сдачи общего анализа крови врач обращает особое внимание на уровень глюкозы в крови. Объясните почему.

9. В анализе крови выявлено повышенное содержание лейкоцитов. Объясните причину увеличения их количества.

10. Физиологи называют гипофиз «дирижером оркестра гормонов». Почему его так называют?



Тема 11

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Человек подобно другим организмам способен к размножению. Благодаря этому процессу жизнь человека как биологического вида не прекращается.

§ 59. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните, что такое размножение, какие есть типы размножения. Какие эндокринные железы относятся к смешанным?

Одним из условий существования и процветания любого биологического вида является способность воспроизводить потомство. Человек также биологический вид и продолжение рода – его естественная потребность. Однако человек не только биологическое, но и социальное существо. Это обусловлено тем, что его эволюция происходила в социальной среде. Поэтому полноценными условиями для продления человеческого рода является создание семьи.

Человек размножается половым путем. Функцию размножения обеспечивает **репродуктивная система**. Ее образуют половые органы. Они состоят из половых желез, в которых формируются половые клетки; половых путей, по которым эти клетки достигают места оплодотворения, и внешних половых органов. Различают мужскую и женскую половые системы.

Каково строение мужской половой системы? К внутренним мужским половым органам относятся семенники, или яички, придатки яичек, предстательная железа (простата) (рис. 215).

Семенники, или **яички,** – овальные парные половые железы, расположенные вне брюшной полости в кожном мешке (мошонке) и выполняющие двойную секреторную функцию: ***внешнюю*** – образование сперматозоидов и ***внутреннюю*** – выделение *гормона тестостерона*. (*Вспомните, к какому типу желез относятся семенники*.) Каждый семенник состоит из приблизительно тысячи извилистых ***семенных канальцев***. Во время полового созревания в семенных канальцах начинают образовываться мужские половые клетки – ***сперматозоиды***. Из яичек они поступают в придатки, где созревают на протяжении двух недель.

Придаток яичка – это скрученная спиралью трубка, проходящая по задней части яичка. От каждого протока придатка начинается ***семявыносной проток***, который соединяется с протоками семенных пузырьков. ***Се-***

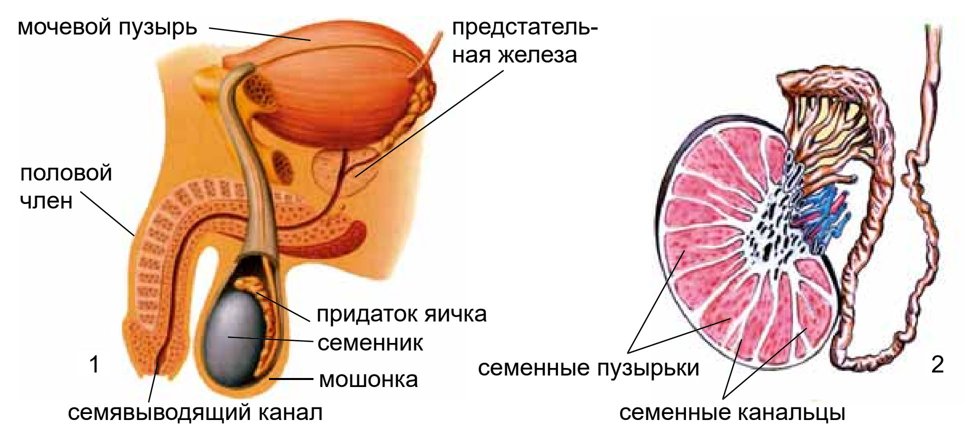


Рис. 215. 1. Мужские половые органы. 2. Строение семенника

менные пузырьки – парные железы, секрет которых обеспечивает сперматозоиды питательными веществами, а также поддерживает их подвижность. Протоки придатков и протоки семенных пузырьков сливаются и образуют ***семявыводящий канал***. Он открывается в мочеиспускательный канал.

Под мочевым пузырем верхнюю часть мочеточника охватывает **предстательная железа (простата)**. Она выделяет слизь, которая обеспечивает передвижение сперматозоидов семявыводящим каналом, а также процесс семяизвержения.

К **внешним мужским половым органам** относится мошонка, в которой находятся яички и их придатки, и половой член, или пенис.

Каково строение женских половых органов? К женским половым органам относятся яичники, маточные трубы, матка и влагалище (рис. 216). **Яичники** образованы из многочисленных фолликулов и секреторных клеток, выделяющих половые гормоны (в частности, *эстрадиол* и *прогестерон*) (***внутренняя секреция***). Каждый фолликул содержит незрелую яйцеклетку (***внешняя секреция***).

К каждому яичнику подходит **маточная труба** – парный мышечный орган длиной до 12 см. Часть маточной трубы имеет расширение (воронку) с отверстием, окруженным мерцательнымы ресничками. Благодаря движениям этих ресничек яйцеклетка попадает в маточную трубу, где обычно происходит оплодотворение.

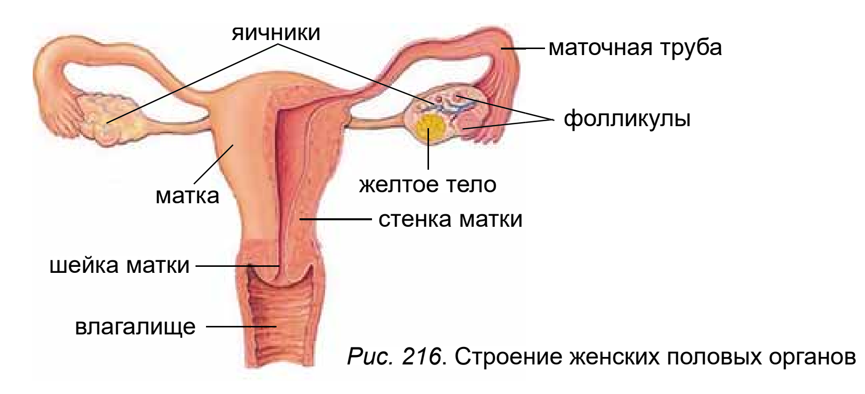


Рис. 216. Строение женских половых органов

Матка – толстостенный грушевидный полый мышечный орган, выполняющий менструальную, секреторную функции, а во время беременности в ней развивается зародыш и плод. В матке различают выпуклую верхнюю часть, или ***тело матки***, к которому подходят маточные трубы, и более узкую цилиндрическую нижнюю часть – ***шейку***. Это узкий канал, который во время родов расширяется, чтобы по нему мог пройти ребенок. Матка переходит во ***влагалище*** – мышечную трубку, через которую сперматозоиды попадают в женский организм.

К репродуктивной системе женщин относятся также молочные железы – парные органы, в которых образуется молоко в период выкармливания младенцев.

К чему приводит несоблюдение личной гигиены у девушек и юношей? В случае несоблюдения гигиенических норм у девушек (женщин) возможны воспалительные процессы половых органов. Если такое воспаление возникает, нужно немедленно обратиться к врачу. Невылеченные болезни половых органов влияют на возможность забеременеть (вызывают бесплодие); на протекание беременности, родов.

У юношей при несоблюдении личной гигиены в результате проникновения болезнетворных микроорганизмов в половые органы, а также вследствие сидячего, малоподвижного образа жизни, употребления алкоголя, острой пищи может возникнуть воспаление предстательной железы – ***простатит***.

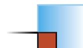
Распространенной причиной заболеваний половых органов являются **инфекции, передающиеся половым путем (ИППП).**

Что такое ИППП? В настоящее время насчитывают свыше 20 болезней, которые вызывают ИППП. Ими болеют как мужчины, так и женщины. В отличие от некоторых других инфекционных заболеваний, против ИППП иммунитет не вырабатывается, и при повторном заражении болезнь развивается снова. Эти болезни никогда самостоятельно не излечиваются. Без медицинской помощи человек будет болеть ими до конца жизни. Возбудителями ИППП могут быть вирусы, бактерии, грибы и одноклеточные животные, попавшие в организм человека во время полового контакта. Некоторые ИППП, такие как хламидиоз и генитальный герпес, передаются также через предметы личной гигиены – белье, полотенца и т. п. Самыми распространенными среди ИППП являются сифилис, гонорея и трихомоноз (*см. таблицу 12*).

Таблица 12

Заболевания, передающиеся половым путем

Заболевание	Возбудитель	Симптомы	Последствия
Сифилис	Бледная спирохета	Появление безболезненных язв на внешних половых органах, увеличение паховых лимфоузлов	Поражение всех органов, разрушение носовых перегородок, искажение лица, паралич ног, тяжелые страдания, смерть
Гонорея	Гонококк	Гнойные выделения, повышение температуры, боль при мочеиспускании	Разрушение половых желез, бесплодие
Трихомоноз	Трихомонада	Гнойные выделения, воспаление слизистых оболочек половых органов	Разрушение половых желез, бесплодие



Важные профилактические меры против ИППП: санитарно-просветительская работа, ранняя диагностика, моральная и юридическая ответственность человека по отношению к семье и окружающим.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **семенники, семенные пузырьки, предстательная железа (простата), яичники, маточные трубы, матка, ИППП.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Человек размножается половым путем. Функцию размножения обеспечивает репродуктивная система. К ней относятся мужские и женские половые органы.
- Несоблюдение личной гигиены внешних половых органов и случайные половые контакты являются основными причинами, которые приводят к заболеваниям женских и мужских половых органов. Случайные половые отношения могут привести к ИППП.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Как строение мужских половых органов связано с их функциями? 2. Как строение женских половых органов связано с их функциями?

Выберите один правильный ответ

1. Укажите продукты мужских половых желез: а) сперматозоиды; б) яйцеклетки; в) гормон адреналин; г) гормон прогестерон.
2. Укажите продукты женских половых желез: а) сперматозоиды; б) яйцеклетки; в) гормон тестостерон; г) гормон адреналин.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ (ОТДЕЛЬНО ЮНОШИ И ДЕВУШКИ). I группа. Значение соблюдения личной гигиены у юношей. II группа. Значение соблюдения личной гигиены у девушек.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Оформите плакат на тему «Как уберечься от ИППП».

§ 60. ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ. МЕНСТРУАЛЬНЫЙ ЦИКЛ. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ. БЕРЕМЕННОСТЬ

Вспомните функции ядра клетки.

Яйцеклетки и сперматозоиды развиваются из первичных половых клеток. Мужские первичные половые клетки начинают образовываться с наступлением половой зрелости. Процесс созревания сперматозоидов длится более двух месяцев. Ежедневно у мужчин созревает несколько миллионов сперматозоидов. В отличие от мужчин, у женщин первичные половые клетки образуются уже в эмбриональном периоде и находятся в «законсервированной» стадии вплоть до наступления половой зрелости.

Каково строение мужских половых клеток? Мужские половые клетки – **сперматозоиды** – очень мелкие, подвижные гаметы, состоящие из головки, шейки и хвоста (рис. 217, 1). ***Головка*** имеет ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы, и ***акросому***, органеллу, производящую ферменты, которые способствуют проникновению сперматозоида в яйцеклетку. В ***шейке*** находится много митохондрий, энергия которых обеспечивает движение хвоста, а следовательно, и движение самого сперматозоида к яйцеклетке.

Половое созревание у мальчиков начинается в период с 11 лет и завершается в среднем до 18 лет.

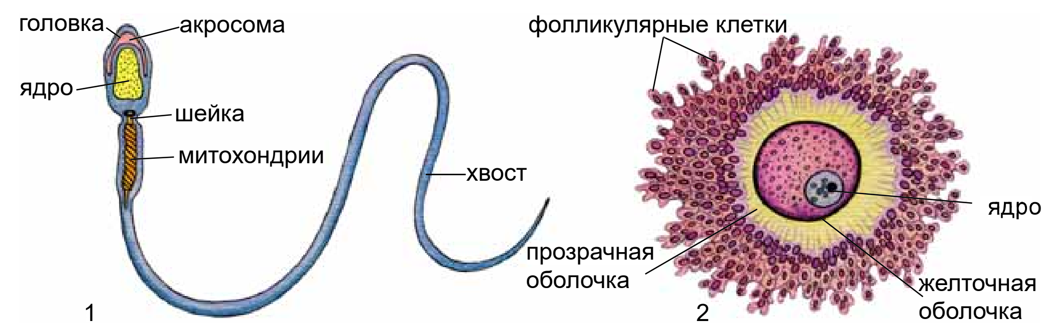


Рис. 217. Строение сперматозоида (1) и яйцеклетки (2)

Каково строение женских половых клеток? Женские половые клетки – **яйцеклетки**, в отличие от сперматозоидов, неподвижные, значительно большего размера (около 0,1 мм), округлой формы (рис. 217, 2). Цитоплазма яйцеклетки содержит большой запас питательных веществ в виде желтковых включений, равномерно распределенных в клетке. Снаружи яйцеклетка окружена оболочками. Они выполняют функции питания и защиты.

Половое созревание у девушек происходит с 9 до 16 лет. Приблизительно в возрасте 10–12 лет у них начинаются **менструации** – признак созревания яйцеклетки в фолликулах яичников.

Что такое менструальный цикл? **Менструальный цикл** – физиологический процесс в организме женщины, во время которого происходят закономерные циклические изменения функций половой системы, контролируемые половыми гормонами. Продолжительность менструального цикла в норме составляет 21–36 дней (самый распространенный цикл – 28 дней). Его можно поделить на три фазы: менструальную, послеменструальную и предменструальную (рис. 218, 1).

В ***менструальную фазу*** (1–5-й день менструации) слизистая оболочка матки отслаивается, что сопровождается разрывом некоторых кровеносных сосудов. В ***послеменструальную фазу*** (6–14-й день) гипофиз выделяет гормон, стимулирующий образование нового фолликула. Этот фолликул начинает выделять специальный гормон, стимулирующий развитие в нем яйцеклетки и восстановление функционального слоя слизистой оболочки матки. Она утолщается приблизительно до 1 мм.

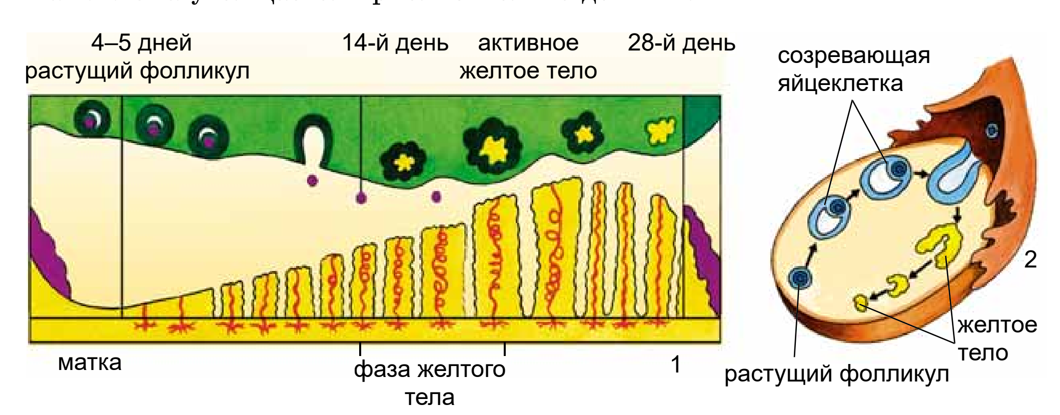
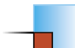


Рис. 218. 1. Менструальный цикл. 2. Образование желтого тела



На 14-й день происходит **овуляция** (от *овум* – яйцо), вследствие чего зрелая яйцеклетка разрывает оболочку фолликула и выходит из яичника, направляется в маточную трубу, где завершается ее созревание; матка становится способной к принятию оплодотворенной яйцеклетки.

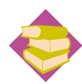
В ***предменструальную фазу*** (с 15-го по 28-й день) на месте разрушенного фолликула образуется ***желтое тело*** (жировая соединительная ткань желтого цвета) (рис. 218, 2). Оно выполняет роль временной железы внутренней секреции, производя гормон прогестерон, который задерживает созревание следующего фолликула и готовит слизистую оболочку матки к принятию зародыша. Если оплодотворения не произошло, желтое тело разрушается, содержание соответствующих гормонов снижается, слизистая оболочка матки отслаивается и начинается менструация. Цикл опять повторяется.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **сперматозоиды, яйцеклетки, менструация, менструальный цикл, овуляция.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Половые клетки (сперматозоиды и яйцеклетки) очень чувствительны к влиянию внешней среды. Поэтому молодому организму особенно необходимо избегать никотин, наркотические вещества, алкоголь и вредные физические влияния (радиацию, сильное электромагнитное излучение и т. п.). Они могут привести к нарушению репродуктивной способности этих клеток.



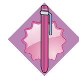
ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Каково строение мужских половых клеток? 2. Каково строение женских половых клеток? 3. Что такое менструальный цикл?

Выберите один правильный ответ

1. Выберите день менструального цикла, в который происходит овуляция: а) 1; б) 5; в) 7; г) 14.
2. Что образуется на месте разрушенного фолликула: а) яйцеклетка; б) желтое тело; в) гормон эстроген; г) гормон прогестерон?
3. Выберите роль желтого тела: а) производит гормон, задерживающий созревание следующего фолликула; б) способствует отслоению слизистой оболочки матки; в) способствует созреванию яйцеклетки.



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните мужскую и женскую половые клетки по признакам взаимосвязи строения и функций.

§61. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ. ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА. ПЛАЦЕНТА, ЕЕ ФУНКЦИИ

Вспомните, что такое оплодотворение.

Онтогенез (от греч. *онтос* – существующее и *генезис* – происхождение) – это индивидуальное развитие организма с момента его зарождения до естественной смерти. Выделяют два периода онтогенеза: ***эмбриональный*** (***зародышевый***) и ***постэмбриональный*** (***послезародышевый***). ***Эмбриональный*** период охватывает превращение зиготы в зародыш и развитие зародыша и плода до момента рождения ребенка. ***Постэмбриональный*** период начинается после его рождения.

Как происходит процесс оплодотворения? Вы уже знаете, что начальным этапом индивидуального развития организма (онтогенеза) является **оплодотворение** – процесс слияния ядер мужской и женской половых клеток.

Сперматозоиды, попав во влагалище женщины, продвигаются к шейке матки. Приблизительно через 30 минут они достигают полости матки, а через 1,5 часа попадают в маточные трубы, где встречаются с яйцеклеткой. Сперматозоид разрушает мембрану яйцеклетки с помощью специального вещества, производимого акросомой. Когда головка сперматозоида проникает внутрь яйцеклетки, ее мембрана становится непроницаемой для других сперматозоидов.

Ядра обеих половых клеток (сперматозоида и яйцеклетки) сливаются в одно. Так образуется оплодотворенная яйцеклетка, или ***зигота***. Так наступает беременность, которая длится в пределах девяти месяцев.

Беременность – физиологическое состояние организма женщины, связанное с оплодотворением яйцеклетки и развитием зародыша и плода. Во время беременности усиливается выделение гормонов яичников, а потом плаценты, увеличиваются размеры матки. Основные ее признаки: прекращение менструаций; увеличение молочных желез; сонливость; возможные временные головокружения и тошнота.

Как образуется зародыш и плод? Оплодотворенная яйцеклетка продвигается по маточной трубе и одновременно делится, превращаясь в многоклеточный зародыш (рис. 219). Через четыре-пять дней после оплодотворения зародыш попадает в полость матки. На 7-й день после оплодотворения он погружается в ее слизистую оболочку и прикрепляется к ней. Этот процесс называется ***имплантация***.

Период от момента имплантации до образования плаценты (конец второго месяца) называется ***зародышевым периодом*** внутриутробного развития, а организм – ***зародышем***, или ***эмбрионом***.

В конце второго месяца внутриутробного развития образуется **плацента** (от лат. *плацента* – пирог), или **детское место** (рис. 220), – орган в виде диска, крепко прикрепленного к слизистой оболочке матки. Он связывает плод с организмом матери. С момента образования плаценты организм называют ***плодом***.

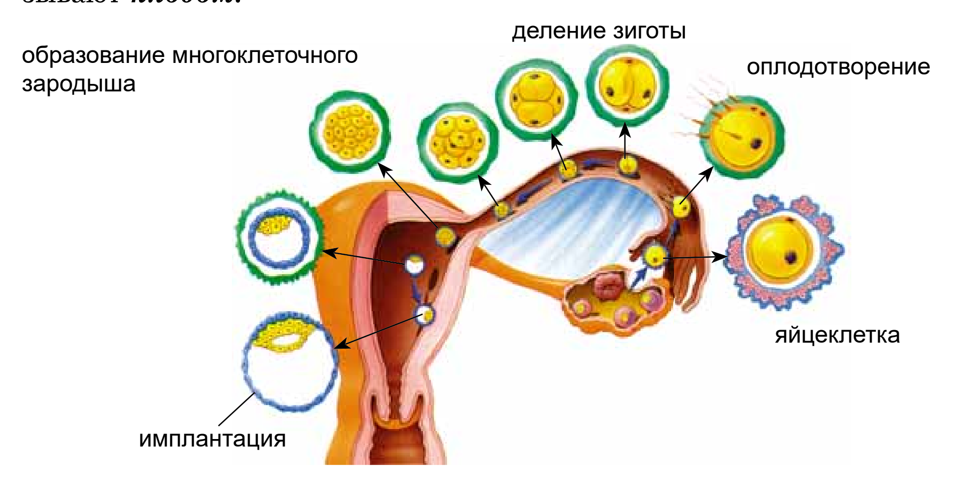


Рис. 219. Развитие организма человека после оплодотворения



Рис. 220. Строение плаценты

Плацента, выполняя роль железы внутренней секреции, начинает выделять гормон прогестерон, способствующий нормальному протеканию беременности. Она также защищает плод от негативного влияния ряда факторов внешней среды, образуя так называемый *плацентный барьер*. Кровь матери не смешивается с кровью плода. В плаценте через стенки их кровеносных сосудов происходит обмен питательными веществами и газами.

Плод окружают плодный пузырь и околоплодные воды. Плодный пузырь – это особые оболочки, окружающие плод в виде мешка и выполняющие защитную функцию. Околоплодные воды заполняют пространство между плодом и внутренней плодовой оболочкой и обеспечивают механическую защиту, движение и развитие плода.

Плод с материнским организмом соединяет шнуровидный орган – ***пуповина***. Благодаря ей плод получает питательные вещества из крови матери (питание плода) и антитела (защитная функция), происходит газообмен между организмом матери и плода (дыхание плода, освобождение от углекислого газа) и выделение конечных продуктов обмена веществ.

Плодный период начинается с начала третьего месяца и длится до момента рождения ребенка – родов. **Роды** – это сложный физиологический процесс, сопровождающийся рождением ребенка и окончанием беременности.

Чаще всего женщина за одну беременность рождает одного ребенка. Но бывают случаи рождения одновременно двух, трех и больше детей (близнецов). Они могут быть однояйцовыми и разнояйцовыми. **Однояйцóвые близнецы** развиваются из одной зиготы, которая разделилась на два (иногда больше) фрагмента на определенных этапах развития зародыша (рис. 221, 1). Они обязательно одного пола и очень похожи между собой.

Разнояйцовые близнецы развиваются из двух или нескольких зигот, образовавшихся при оплодотворении нескольких яйцеклеток. Они могут быть одного или разного пола; похожи между собой не больше, чем обычные братья и сестры (рис. 221, 2).



Рис. 221. Однояйцовые (1) и разнояйцовые (2) близнецы

Развитие ребенка в материнском организме полностью зависит от здоровья матери. Поэтому во время беременности женщине необходимо: правильно питаться, употреблять калорийную и легкоусвояемую пищу; чаще бывать на свежем воздухе; заботиться о чистоте тела; носить удобную одежду; быть спокойной; беречься от инфекционных заболеваний, полностью отказаться от вредных привычек.

Употребление алкоголя и наркотиков в период беременности может привести к рождению физически и умственно недоразвитых детей. Курение особенно недопустимо во время беременности и грудного вскармливания.

✿ *Ключевые термины и понятия*: **онтогенез, оплодотворение, беременность, зигота, эмбрион, плод, плацента, роды.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Процесс оплодотворения заключается в слиянии ядер мужской и женской половых клеток и объединении их наследственной информации.
- В период внутриутробного развития из одной клетки в результате ее последовательного многократного деления образуются другие клетки. Они растут, дифференцируются по строению и функциям, в результате образуется уникальный организм.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Как происходит оплодотворение у человека? 2. Как развивается зародыш? 3. Что такое плацента? Какую роль она играет в развитии плода? 4. Как происходит газообмен между организмом матери и плодом?

Выберите один правильный ответ

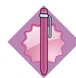
Укажите, что называют плодом у человека: а) яйцеклетку до оплодотворения; б) яйцеклетку после оплодотворения; в) оплодотворенную яйцеклетку, которая начала делиться; г) зародыш от начала образования плаценты.



ОБСУДИТЕ В ГРУППАХ. Раскройте особенности зародышевого и плодного периодов.



ПОДУМАЙТЕ. Чем зародышевый период отличается от плодного?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните развитие однояйцовых и разнояйцовых близнецов. Ответ оформите в виде таблицы.

§ 62. ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Вспомните *из курса основ здоровья*, что такое половое созревание и в какой период развития человека оно происходит. Что такое рост и развитие?

На протяжении жизни в организме человека непрерывно происходят процессы роста и развития. В разные периоды жизни интенсивность этих процессов неодинакова, что определяет специфические анатомические, физиологические и психические особенности. Их называют ***возрастными***.

Хронологический возраст – это период (в годах, месяцах, днях), прожитый со дня рождения до определенного момента отсчета. **Биологический возраст** – это совокупность анатомических и физиологических осо-



Рис. 222. Формирование изгибов позвоночника

бенностей организма, которые удовлетворяют возрастные нормы для определенного сообщества людей. Он зависит от индивидуального темпа роста, развития и старения организма. Разница между хронологическим и биологическим возрастом на этапе созревания может достигать пяти лет, а на этапе старения – до 20 лет.

В соответствии с возрастными особенностями развития организма весь жизненный цикл человека делят на периоды.

Период новорожденности – первые десять дней. **Грудной период** – 10 дней – 1 год – сопровождается активным ростом и увеличением массы тела. За этот период размеры ребенка увеличиваются приблизительно в полтора-два раза. В возрасте шести месяцев у ребенка начинают прорезываться молочные зубы. Значительные изменения происходят в скелете ребенка. У новорожденных еще нет типичных для взрослого человека изгибов позвоночника. Они начинают появляться с развитием мышечной системы (рис. 222).

Раннее детство – 1–3 года. В этот период темпы роста замедляются, но на втором году остаются еще высокими (10–11 см в год), на третьем году – 8 см. В возрасте двух лет заканчивается прорезывание зубов. В этот период дети интенсивно развиваются, быстро осваивают речь (рис. 223).



Рис. 223. В период раннего детства возникает стремление ходить; интерес к игре

Первое детство – 4–7 лет. В этот период дети за год вырастают на 5–7 см. В возрасте 5–6 лет появляются первые постоянные зубы. В этот период развития дети воспринимают много информации об окружающем мире и активно развиваются, более точно различают предметы и их свойства начинают учиться грамоте, чтению, математике и т. п. (рис. 224).

Второе детство, или **младший школьный период – 8–12 лет –** характеризуется замедлением темпов роста. Ребенок подрастает за год на 4–5 см. В процессе учебы развиваются умственные способности учеников (рис. 225).



Рис. 224. У детей появляется желание учиться, что-то рассматривать, имитировать отдельные профессии

Подростковый период (юноши 13–16 лет, девушки – 12–15 лет) совпадает с периодом полового созревания. В этот период (с 11–12 лет у девочек и с 13–14 у мальчиков) наблюдается скачок в росте (7–8 см в год); увеличение массы тела; значительная перестройка организма, связанная с началом внутрисекреторной функции половых желез.

Половое созревание у мальчиков начинается в период с 11 лет и завершается в среднем до 18 лет. Появляются волосы в подмышечных впадинах и на лице, быстро растут скелет (ежегодно рост подростка может увеличиваться почти на 10 см) и мышцы. Плечи расширяются, а таз остается узким. Это придает фигуре мальчика мужских черт. Увеличиваются и изменяются хрящи гортани, меняется голос, это называется ***мутацией***. В это время не рекомендуют напрягать голосовые связки (кричать, громко разговаривать).

Под воздействием полового гормона усиливается секреция кожных желез, особенно на лице и спине. Если не соблюдать правила личной гигиены, они могут воспаляться, образуя угри, которые обычно исчезают до 21–23 лет.

Половое созревание у девочек происходит в возрасте 9–16 лет. В это время начинают вырабатываться половые гормоны. В этом возрасте закладывается много черт характера, свойственных конкретной личности, развиваются умение контролировать собственное поведение, способность руководить собой, своими поступками и настроением. Под влиянием авторитета взрослых и окружающей среды формируется характер, моральные качества человека, его целеустремленность. Подростки стремятся самовыразиться.





Рис. 225. А – трудовое обучение для девушек, Б – трудовое обучение для юношей

Юношеский период (юноши – 17–21 год, девушки – 16–20 лет). В этом возрасте рост и развитие организма преимущественно завершаются, все системы органов практически достигают своей зрелости.

Зрелый возраст наступает в возрасте 21 года. ***Первый период зрелого возраста*** – до 35 лет. Это самый продуктивный период в жизни человека, пора, когда развиваются его способности, возможности их проявления в конкретной сфере деятельности. В этот период человек в основном создает семью, рождает и воспитывает детей.

Второй период зрелого возраста – от 36 до 60 лет у мужчин и до 55 лет у женщин. В этот отрезок времени жизни человек пытается реализовать себя в выбранной профессии, семье.

Преклонный возраст начинается с 61 года у мужчин и с 56 лет у женщин. Многие люди сохраняют в этот период достаточно высокую профессиональную трудоспособность. **Старческий возраст** у мужчин и женщин начинается в 75 лет. В этом возрасте многие люди еще имеют ясный ум и способны к творческому труду. **Долгожители** – это люди в возрасте 90 и больше лет. Их на Земле относительно немного.

Старение – общебиологическая закономерность, присущая всем живым организмам. Наука, изучающая проблемы старения человека, основные его закономерности – от молекулярного и клеточного уровней до целостного организма, называется ***геронтологией*** (от греч. *герон* – старый). Основное задание геронтологии – добиться того, чтобы продолжительность жизни человека отвечала его естественным возможностям как биологического вида.

Если биологический возраст значительно опережает хронологический, это свидетельствует о преждевременном старении. На биологический возраст человека влияют также социально-экономические условия.

✿ *Ключевые термины и понятия:* **биологический возраст, рост, развитие, грудной период, дошкольный период, школьный период, зрелый период, преклонный возраст, старческий возраст, старение, геронтология.**



ОБОБЩИМ ЗНАНИЯ

- Каждый человек имеет свой хронологический и биологический возраст, который зависит от многих внутренних и внешних факторов.
- Индивидуальное развитие человека имеет условно определенную периодизацию, характеризующуюся свойственными каждому периоду особенностями. Все возрастные периоды очень важны для развития человека и становления его как личности.



ПРОВЕРЬТЕ И ПРИМЕНИТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ

Ответьте на вопросы

1. Что такое хронологический и биологический возраст человека? 2. Какие различают возрастные периоды в жизни человека? 3. Что такое рост и развитие? 4. В чем заключаются особенности каждого возрастного периода?



ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Сравните развитие своих интересов в разные периоды школьной жизни.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ

Выберите один правильный ответ

1. Выберите гормон, влияющий на развитие женских половых признаков: а) вазопрессин; б) тестостерон; в) адреналин; г) эстроген.

2. Укажите орган, в котором происходит процесс образования сперматозоидов: а) пенис; б) мошонка; в) семенник; г) предстательная железа.

3. Укажите возрастной период, в котором происходит интенсивное половое созревание: а) младший школьный; б) средний школьный; в) старший школьный; г) зрелый возраст.

4. Укажите орган, с помощью которого плод связан с организмом матери: а) плацента; б) яичник; в) матка; г) маточная труба.

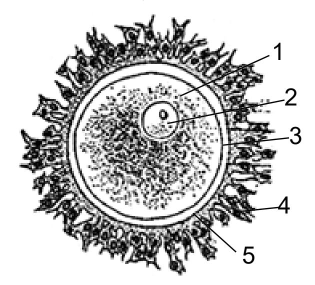
5. Выберите орган, выполняющий функцию мужской половой железы: а) яичник; б) семенник; в) семенные пузырьки; г) предстательная железа.

6. Укажите орган, в котором происходит оплодотворение яйцеклетки: а) матка; б) маточная труба; в) яичники; г) влагалище.

Образуйте логические пары

7. ***Установите соответствие*** между названиями составляющих яйцеклетки и цифрами, которыми они обозначены на рисунке.

А фолликулярные клетки
Б цитоплазма
В ядро
Г желточная оболочка



8. Охарактеризуйте особенности подросткового периода. Почему подростки чаще подвергаются влиянию поведения других людей, в том числе и негативному.

9. Спрогнозируйте свой жизненный путь.

ОБОБЩЕНИЕ

Организм человека как целостная саморегулируемая биологическая система. Взаимодействие регуляторных систем организма человека

В течение этого учебного года вы изучали строение и особенности функционирования организма человека. Вы убедились, как сложно он устроен: миллиарды клеток разных типов объединены в ткани, формирующие различные органы.

Органы, выполняющие общие функции, входят в состав определенной физиологической системы. Так, кожа образует покровы нашего организма. Ее основная функция – защита внутренней среды нашего организма от внешних неблагоприятных воздействий.

Опорно-двигательная система человека состоит из внутреннего скелета и скелетных мышц, действующих как единое целое. Скелет выполняет опорную, защитную и кроветворную функции. Сокращения скелетных мышц обеспечивают движение всего тела и его частей. Обмен веществ в организме человека начинается с пищеварительной системы. Благодаря ей наш организм получает питательные вещества, используемые в качестве строительного материала и служащие источником энергии, необходимой для обеспечения нормального функционирования всех систем органов.

Органы дыхательной системы обеспечивают процессы газообмена. Поступивший в наш организм кислород окисляет разные группы органических соединений (углеводов, белков, жиров) и освобождает энергию, запасенную в этих соединениях. Благодаря этому удовлетворяются энергетические потребности нашего организма. Кроме того, с выдыхаемым воздухом выводятся некоторые ненужные нашему организму соединения (например, углекислый газ). Органы дыхательной системы вместе с кожей и другими органами участвуют в процессах терморегуляции, благодаря которой поддерживается постоянная температура нашего тела.

Важную функцию транспортной системы нашего организма выполняют кровеносная и лимфатическая системы. Кровеносная система человека замкнутая, она состоит из центрального пульсирующего органа (сердца) и сосудов. Кровь и лимфа обеспечивают транспорт по нашему организму питательных веществ, газов, конечных продуктов метаболизма, биологически активных веществ, которые регулируют деятельность всех органов и систем органов. Важна роль крови и лимфы в защитных реакциях нашего организма. Их осуществляют как определенные типы форменных элементов (лейкоциты, тромбоциты), так и защитные белки (антитела и интерфероны). Разные группы лейкоцитов участвуют в клеточном иммунитете, а защитные белки – в гуморальном.

Конечные продукты обмена веществ (метаболизма), которые уже не нужны или даже вредны для нашего организма, выводятся из него благодаря органам выделительной системы (это парные почки и мочеточники, а также непарные мочевой пузырь и мочеиспускательный канал).

Изучая этот учебный курс, вы убедились, как тесно организм человека связан с окружающей средой и как взаимосвязаны все физиологические процессы в нем.

Обобщение

Согласованная деятельность органов разных систем направлена на обеспечение основного условия нормального существования любого организма – поддержание относительного постоянства его внутренней среды (гомеостаза). Его обеспечивают регуляторные системы – нервная, эндокринная и иммунная. ***Нервную регуляцию*** жизненных функций обеспечивает нервная система. Соматическая нервная система руководит движениями скелетных мышц и иннервирует органы чувств, благодаря чему обеспечиваются связи нашего организма с внешней средой и воспринимаются сигналы от внутренних органов. Вегетативная (автономная) нервная система руководит деятельностью внутренних органов. Это происходит вне нашего сознания. Благодаря этому наш организм нормально функционирует даже тогда, когда мы спим или находимся без сознания.

Деятельность нервной системы имеет рефлекторный характер. Рефлексы делят на безусловные и условные. Безусловные рефлексы врожденные, они относительно постоянны, одинаковы у всех индивидуумов. Условные рефлексы формируются в результате обучения, они индивидуальны, возникают на протяжении всей жизни и обеспечивают приспособление к разнообразным изменениям в окружающей среде.

Гуморальную регуляцию деятельности организма человека обеспечивают биологически активные вещества, в первую очередь гормоны и нейрогормоны. Гормоны вырабатываются эндокринными железами, которые входят в состав эндокринной системы (гипофиз, щитовидная железа, поджелудочная, надпочечники, половые железы и т. п.). Специализированные клетки нервной системы выделяют нейрогормоны, действие которых подобно действию гормонов. Гормоны действуют медленнее по сравнению с нервными импульсами, но их действие продолжительнее. Нервная и эндокринная системы взаимодействуют на уровне структуры промежуточного мозга – гипоталамуса и ведущей эндокринной железы – гипофиза. Такое взаимодействие нервной и эндокринной систем в целом обеспечивает совершенную нейрогуморальную регуляцию всех систем органов организма человека.

Гипоталамус и гипофиз образуют единую гипоталамо-гипофизарную систему, в работу которой заложен принцип прямой и обратной связи.

Некоторые эндокринные железы напрямую не зависят от гипофиза. Это поджелудочная железа (образует гормоны инсулин и глюкагон), мозговая часть надпочечников (адреналин и норадреналин), паращитовидные железы, вилочковая железа (тимус). В вилочковой железе производятся вещества, стимулирующие созревание особой группы лимфоцитов, устанавливается связь между эндокринными и иммунными механизмами.

Иммунные механизмы гомеостаза обеспечивают сохранение биологической индивидуальности. В состав иммунной системы входят вилочковая железа (тимус), лимфатические узлы, селезенка, костный мозг. В костном мозге находятся стволовые клетки. Эти недифференцированные клетки дают начало клеткам других типов, например форменным элементам крови.

Органы половой системы обеспечивают процессы ***размножения*** – воспроизведение себе подобных. Именно благодаря этому и существует на нашей планете человечество. Вы уже знаете, что вид человек является биосоциальным существом. Он не может существовать вне социума –

социального окружения. С помощью речи человек передает информацию, способен ее накапливать и мыслить при помощи абстрактных понятий. Таким образом, человеку свойственна высшая нервная деятельность, которая обеспечивает совершенные приспособления к изменчивым условиям обитания.

Человек является частью окружающей естественной среды. Пытаясь необдуманно ее изменять, человек может причинить вред самому себе. Единственный путь нормального существования человечества – жить в гармонии с законами природы, охраняя видовое многообразие организмов, населяющих нашу планету, рационально используя природные ресурсы.

Кроме сохранения и улучшения состояния окружающей среды, перед человеком стоит не менее важное задание: сохранение собственного здоровья. Усваивая курс биологии этого учебного года, вы очевидно поняли, что здоровье является важнейшей ценностью. Здоровый человек чувствует себя комфортно, характеризуется высокой работоспособностью, способен решать сложные задачи. Поэтому нужно постоянно заботиться о собственном здоровье: заниматься физической культурой и спортом, чаще бывать на природе, избегать перегрузок и вредных привычек (курение, употребление алкогольных напитков и наркотиков). Особенно занятия физическими упражнениями важны во время формирования нашего организма. Знания о строении и функционировании нашего организма позволят вам сохранять и улучшать собственное здоровье.

Витамины, их значение, суточная потребность, продукты питания, содержащие витамины, признаки гипо- и авитаминоза

Витамины	Суточная потребность, мг	Основной источник	Физиологическое действие	Признаки гипо- и авитаминоза
Водорастворимые витамины				
B_1 (тиамин)	1,5–3	Ржаной хлеб, овсяная крупа, печень, яичные желтки	Участие в обмене белков, жиров и углеводов	Заболевание «бери-бери», при котором нарушается деятельность нервной системы
B_2 (рибофлавин)	2–4	Рыбные продукты, печень, молоко, гречневая каша	Необходим для синтеза ферментов	Нарушается деятельность нервной системы, поражается роговица глаз, кожа, слизистые оболочки ротовой полости
B_6 (пиридоксин)	1,5–3	Зерновые и бобовые культуры, печень, рыба	Участие в обмене белков, жиров, кроветворении	Заболевания кожи – дерматиты
B_{15} (пангамовая кислота)	200–300	Свежие фрукты и овощи	Усиливает поглощение клетками кислорода	Нарушения сердечно-сосудистой деятельности
C (аскорбиновая кислота)	50–100	Черная смородина, лимон, шиповник	Необходим для синтеза белков, повышает иммунитет	Авитаминоз приводит к заболеванию цингой, которое сопровождается кровоточивостью десен, недостаток – к снижению сопротивляемости к инфекциям
Жирорастворимые витамины				
A (ретинол, витамин роста)	1,5–2	Морковь, шпинат, красный перец, абрикос, яйца	Влияет на рост и развитие организма	Задерживается рост и развитие организма, снижается сопротивляемость к инфекциям, нарушается зрение
D (кальциферол, или противорахитический)	0,02–0,05	Рыбий жир, яйца, печень рыб, икра	Участвует в регуляции обмена веществ	Приводит к нарушению процессов окостенения, вызывает мышечную слабость. Авитаминоз приводит к развитию у детей заболевания – рахит
E (токоферол)	10–12	Растительные масла, зелень	Влияет на репродуктивную систему	Вызывает бесплодие
K (филохинон)	0,2–0,3	Шпинат, капуста, помидоры, печень	Влияет на свертываемость крови	Нарушается свертываемость крови, сильные кровотечения